



Bomtrawlfiskeriets indflydelse på fisk og bunddyr (benthos)

Nielsen, Else; Møllergaard, Stig; Hassager, Tine Kjær

Publication date:
1997

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Nielsen, E., Møllergaard, S., & Hassager, T. K. (1997). *Bomtrawlfiskeriets indflydelse på fisk og bunddyr (benthos)*. Danmarks Fiskeriundersøgelser. DFU-rapport No. 43-97

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

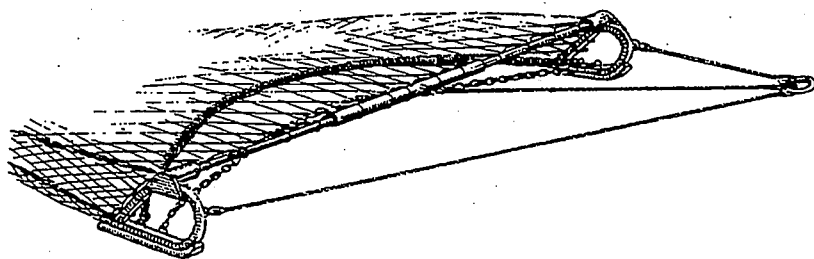
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Bomtrawlfiskeriets indflydelse på fisk og bunddyr (benthos)

af

Else Nielsen, Stig Møllergaard & Tine Kjær Hassager



Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. for Hav- og Kystøkologi
Kavalergården 6
2920 Charlottenlund

ISBN: 87-88047-54-7

DFU-Rapport nr. 43-97

Indholdsfortegnelse

Sammendrag	1
1 Generelt om bomtrawl	4
1.1 Typer af bomtrawl	4
1.2 Bomtrawls kontakt med bunden	5
2 Discard og overlevelse af fisk	6
2.1 Hvorfor discard i bomtrawlsfiskeriet?	6
2.2 Beskrivelse af discard og overlevelsundersøgelserne	6
2.2.1 Selektionens betydning for fangstens sammensætning	6
2.2.2 Discard- og selektionsdødelighed	6
2.3 Overlevelse og beskadigelse	7
2.3.1 Overlevelse og beskadigelse - "gamle undersøgelser"	7
2.3.2 Overlevelse og beskadigelse - "nye undersøgelser"	7
2.3.3 Overlevelse og bomtrawlstørrelse	9
2.4 Skader i snurrevodsfangster	10
2.4.1 Sammenligning mellem fiskeriskader ved bomtrawling og ved snurrevodfiskeri i områder med bomtrawlsfiskeri	11
2.5 Discard i "Rødspættekassen"	11
2.5.1 Effekten af "Rødspættekassen"	11
2.6 Fangstsammensætning ved forskelligt bomtrawlfiskeri	12
2.6.1 Hvad "koster" bomtrawl-fiskeriet?	13
2.7 Langtidseffekter på ising og rødspætter	14
2.8 Undersøgelser ud i fremtiden	14
3 Benthos og bomtrawl	15
3.1 Undersøgelser af benthos og bundtrawl	15
3.1.1 Nedtrængen i sedimentet	15
3.1.2 Bomtrawleffort og faunaens regenerationsevne	15
3.2 Effekten af bomtrawlfiskeri på benthos	15
3.2.1 Overlevelse af benthos	17
3.3 Naturlige ændringer i bunden og bundfaunaen	17
3.3.1 Benthosundersøgelser og årsag til forskelligheder	17
3.3.2 Naturlige forstyrrelser	18
3.4 Sammenligning mellem nye og gamle bundundersøgelser (genbesøg)	18
3.4.1 Eutrofieringens betydning	18
3.4.2 Befiskede og ikke befiskede områder	19
3.5 Benthos og fiskeri	20
3.6 Fremtidigt arbejde	21
4 Hvem rydder op på bunden?	22
4.1 Hvor meget discards og vil være til rådighed som føde?	22
4.2 Undersøgelser over hvem der rydder op på bunden	22
4.2.1 Havets skraldemænd	22
4.3 Fremtidige undersøgelser	23
5 Iltsvind og store koncentrationer af fisk (patchiness)	24
5.1 Undersøgelser af iltsvind og patchiness	24
5.1.1 Iltsvind	24
5.1.2 Hvad sker der med fisk under iltmangel?	24
5.2 CPUE-data fra logbøger	25
6 Figurer	26
7 Litteratur	34

Indledning

I de seneste år er man blevet mere og mere opmærksom på, at påvirkninger af økosystemerne bør betragtes ud fra en helhedsmæssig vurdering, hvilket indebærer, at de menneskeskabte påvirkninger skal ses i sammenhæng med de naturlige påvirkninger. Set i lyset af diskussionen om en bæredygtig udnyttelse af de marine ressourcer har man fokuseret på fiskeriets påvirkning af de marine økosystemer. Det er især påvirkninger forårsaget af slæbende redskaber, såsom bundtrawl og især bomtrawl, som i stigende grad har vagt bekymring.

Formålet med denne rapport har været, at beskrive den eksisterende viden vedrørende effekten af slæbende fiskeriredskaber (primært bomtrawl) på havets økosystemer, med fokus på fisk og fiskeriindsatsen, ved en gennemgang af den eksisterende litteratur på området.

Definition: Hvor ordet bundtrawl er benyttet i teksten, menes skovltrawl i modsætning til bomtrawl.

Sammendrag

Bomtrawlfiskeriet startede i slutningen af 1960'erne. Fiskeriindsatsen (efforten) har været stigende op gennem 70'erne, hvorefter den er stabiliseret. De lande, som anvender bomtrawl er primært Holland, Belgien og England. Bomtrawlfiskeriet er rettet imod rødspætter og tunger. Det oprindelige tungefiskeri var et natfiskeri, idet tungerne er aktive om natten. Med bomtrawl kan man fiske hele døgnet, fordi bomtravls kæder roder op i bundlaget og skræmmer herved tungerne op. Trækhastigheden er ca. det dobbelte af, hvad der benyttes i det almindelige trawlfiskeri. Indførsel af fiskeri med bomtrawl er antagelig årsagen til, at fiskeridødeligheden på tunger og rødspætter er næsten fordoblet fra 1960'erne frem til 1970'erne.

Undersøgelser af fiskeriets påvirkning af fiskebestandene fokuserer dels på dødelighed af de fisk, der landes, dels på de fisk, som har været bragt på dæk og smides ud igen (discarddødelighed), dels på dødelighed hos fisk, som har passeret maskerne af redskabet under fiskeriet (selektionsdødeligheden).

Undersøgelserne har vist at dødeligheden hos fiskene er relateret til trawltypen og direkte proportional med vægten af redskabet, trækhastigheden og træktiden. Sammenligner man f.eks. beskadigelser hos fisk fanget i henholdsvis bomtrawl og almindelig bundtrawl er frekvensen af skader efter en træktid på to timer henholdsvis 90% og 60%. Sammenligner man discarddødeligheden hos tilsyneladende ubeskadigede rødspætter fanget i bomtrawl og rødspætter fanget i almindeligt bundtrawl er dødelighederne henholdsvis 20% og 0%. På samme måde er selektionsdødeligheden højere for fisk der har passeret maskerne på en bomtrawl i forhold til fisk der har passeret maskerne på en almindelig bundtrawl. Bomtrawl viser sig således at have en væsentlig større effekt på såvel dødelighed, som skader på fisk og bunddyr.

Omkostningerne for havets økosystem i form af discardedede fisk og bunddyr ved fangst af 1 kg tunger med bomtrawl varierer fra 3,5 kg til 103 kg afhængig af i hvilket område af Nordsøen der fiskes. Den totale discardmængde i forbindelse med tungefiskeriet i Nordsøen er beregnet til ca. 270.000 tons discardedede fisk og 120.000 tons bunddyr.

En anden effekt af bomtrawlfiskeriet er påvirkningen af havbunden og dens fauna. I forbindelse med fiskeriet er det påvist at bomtrawlen trænger 0 og 6 cm ned i havbunden, afhængig af redskabets størrelse, rigning (vægt), trækhastigheden og havbundens struktur.

Effekterne på kort tid af bomtrawlfiskeri er en kraftig reduktion (40-65%) af vægten (biomassen) af mere eller mindre fastsiddende arter som søstjerner, søpindsvin og rørboende børsteorme. Bundfaunaen synes dog at være i stand til at regenereres, begyndende efter et par uger og med fuld reetablering efter ca. 1 år. I områder, hvor fiskeriintensiteten er høj, synes bundfaunaen at kunne tilpasse sig forholdene, således at faunaen domineres af arter, der er i stand til at overleve fiskeripresset.

Der foreligger en lang række undersøgelser, som klart dokumenterer korttidseffekter af bomtrawlfiskeri på havbundens fauna. Imidlertid foreligger der ingen undersøgelser, som kan dokumentere langtidseffekter af bomtrawlfiskeriet, idet sådanne effekter skal ses i sammenhæng med de naturlige påvirkninger, som i høj grad er styret af de klimatiske forhold som f.eks. vind og temperatur. Det skal dog påpeges, at der ved fiskeri med bundtrawl også ses en påvirkning af bundfaunaen, men hvor der foreligger sammenlignende undersøgelser af effekter forårsaget af henholdsvis bomtrawl- og bundtrawlfiskeri synes bomtrawl at forårsage de største påvirkninger af bundfaunaen.

De store mængder fisk og bunddyr som discards går ikke til spilde, men indgår på ny i fødekæden. I forbindelse med fiskeriet øges fødetilgængeligheden i form af discardedede, beskadigede og opgravede fisk og bunddyr. Disse tiltrækker en række discardædende bunddyr (f. eks. snegle, søstjerner og eremitkrebs) og fisk. Derudover nyder også havfugle og havpattedyr godt af den øgede fødetilgængelighed.

Iltmangel vil resultere i at fiskene søger mod mere iltrigt vand, hvilket kan føre til at fiskene koncentrerer sig i randen af det iltsvindsramte område. CPUE-data fra Nordsøen tyder på, at der er en sammenhæng mellem iltsvind, koncentration af fisk og intensiteten af bomtrawlsfiskeriet, idet bomtrawl-fangsterne i 1995 steg udenfor områder, der var ramt af iltmangel.

1 Generelt om bomtrawl

Bomtrawlfiskeriet startede i slutningen af 1960'erne. Fiskeriindsatsen har været stigende op gennem 70'erne, hvorefter den er stabiliseret. De lande, som anvender bomtrawl er primært Holland, Belgien og England. Bomtrawlfiskeriet er rettet imod rødspætter og tunger. Det oprindelige tungefiskeri var et natfiskeri, idet tungerne er aktive om natten. Med bomtrawl kan man fiske hele døgnet, fordi bomtrawls kæder roder op i bundlaget og skræmmer herved tungerne op. Træk hastigheden er ca 7 knob, hvilket er det dobbelte af, hvad der benyttes i det almindelige trawlfiskeri. En bomtrawler kan således nå at befiske et større område på kortere tid end en almindelig trawler. For bomtrawl gælder, at 80-90% af det befiskede areal (swept area) berøres af bomtrawls kæder eller kædemåtter.

I Nordsøen stammer ca. 70% af rødspættefangsterne og 70-80% af tungefangsterne fra bomtrawlere (hollandske, belgiske og engelske) (ICES, 1994a). Fangst udviklingen for rødspætter og tunger i Nordsøen kan ses af figur 1 og 2. Figurene viser såvel de totale som de hollandske fangster. Endvidere er udviklingen i fiskeriindsatsen (efforten) indtegnet på figuren. Fiskeriindsatsen er kun angivet for bomtrawl og er ikke delt op på tunger og rødspætter (ICES, 1995a).

Indførsel af bomtrawl er antagelig årsagen til, at fiskeridødeligheden på tunger er stegt fra ca. 0,2 i 1960'erne til ca. 0,4 i 1970'erne. Fiskeridødeligheden på tunger er idag beregnet til at ligge omkring 0,5. Fiskeridødeligheden på rødspætter steg fra ca. 0,25 i 60'erne til ca. 0,35 i 70'erne. Idag er fiskeridødeligheden på rødspætter ca. 0,44.

På figur 3 ses fordelingen af det hollandske bomtrawl-fiskeri i hele Nordsøen. Af disse figurer fremgår det, at bomtrawl-fiskeriet er koncentreret i den sydlige og centrale Nordsø (ICES, 1994a).

1.1 Typer af bomtrawl

En bomtrawl er bygget op om en metalbom, som i hver ende holdes oppe ved hjælp af et trawlhoved (Figur 4). Trawlhovedet står på en sko, en skilignende metalplade, som under fiskeriet kører hen over bunden. Bomtrawlen kan være rigget med forskellige mængder såkaldte ticklerkæder eller i andre tilfælde en kædemåtte. Bomtrawlen er et tungt redskab. En tunge- bomtrawl, som er den tungeste type, kan veje mellem 7 og 12 tons.

Bomtrawl rigges forskelligt, afhængig af om den benyttes til fiskeri på tunger eller rødspætter. Ved fiskeri på tunger er bomtrawlen rigget med mange kæder, idet den gerne skal gå "tungt" d.v.s. gå ned i sedimentet. Antallet af kæder er afhængig af maskinkraften (HK) (Polet et al, 1994). Træk hastigheden er ca. 6-7 knob og maskestørrelse i løftet er på 80 mm. Dette fiskeri foregår primært i den sydlige del af Nordsøen.

En rødspætte-bomtrawl er rigget med færre kæder og har en maskestørrelse på op til 130 mm. Træk hastigheden er den samme, altså 6-7 knob. Bomtrawlsfiskeri på rødspætter foregår i den

centrale og nordlige del af Nordsøen.

Begge typer af fiskeri foretages primært af både med en motorkraft på over 1000 HK. Både med denne motorkraft må dog ikke fiske indenfor 12 sømil zonen eller i "Rødspættekassen" (Figur 6). "Rødspættekassen" er et område langs den danske, tyske, og hollandske Nordsøekyst, hvor der er indført tekniske bevaringsforanstaltninger i form af restriktioner for bomtrawlfiskeriet, således at det kun er de små bomtrawlere, med motorkraft under 300 HK, der har tilladelse til at fiske indenfor denne zone.

1.2 Bomtrawlens kontakt med bunden

Som omtalt er antallet af kæder foruden motorkraften afhængig af, hvorvidt det drejer sig om rødspættefiskeri eller tungefiskeri. Beregninger har vist, at 80-90% af disse af kæder har kontakt med bunden. Langs den jyske vestkyst ud til 7°Ø bliver et område på 47.520 km² befisket på årsbasis. Dette svarer til, at området bliver befisket 1,5 gang. I den sydlige Nordsø bliver havbunden i gennemsnit befisket 3,2 gange på et år (Figur 5) (ICES, 1995a; Anon, 1993).

Alle områder vil dog ikke være udsat for det samme fiskeritryk, idet fiskeriet ikke er tilfældigt fordelt (Rijnsdorp et al, 1991). Det betyder, at de gode fiskepladser vil blive besøgt mere end gennemsnittet og de dårlige mindre. Denne trafik hen over bunden kan resultere i fysiske forandringer af bunden. Disse vil naturligvis afhænge af redskab og bundens beskaffenhed. Der kan ske flytning af sten, ophvirvling af sedimentet og en transport af dette. På figur 5 er middelfordelingen af det befiskede område (swept area) for bomtrawl og bundtrawl illustreret. Figuren viser, at bomtrawl er det redskab, der påvirker bunden mest.

2 Discard (udsmid) og overlevelse af fisk

2.1 Discard i bomtrawlsfiskeriet

En tungebomtrawl har en maskestørrelse på 80 mm. Det betyder, at undermåls fisk af især rødspætter men også tunger vil blive tilbageholdt i redskabet. Endvidere vil en lang række forskellige bunddyr og fisk, såsom isinger, som ikke har den store økonomiske interesse, blive tilbageholdt.

2.2 Beskrivelse af discard og overlevelsesundersøgelserne

De i den følgende gennemgang benyttede undersøgelser er fra 1972, 1975, 1979, 1980, 1981, 1982, 1989, 1992, 1993 og 1995. Heraf har der alene i perioden 1976-1990 været gennemført ca. 50 discardtogter. I det efterfølgende er de enkelte undersøgelser beskrevet.

2.2.1 Selektionens betydning for fangstens sammensætning

På grund af de forskellige fiskearters varierende form fiskes der med redskaber med forskellige maskevidder afhængig af, hvilken fiskeart, fiskeriet primært er rettet imod. Der er for hver fiskeart foretaget en række selektionsforsøg for at finde den maskestørrelse, der minimerer fangsten af undermålsfisk. For nogle fiskerier fastsættes en minimum maskestørrelse i løftet (codend). Det biologiske mål for fastsættelsen af denne er at 25% retentionslængden, d.v.s. den fiskelængde, hvor 25% tilbageholdes i løftet, svarer til mindstemålet for den fiskeart, som fiskeriet primært er rettet imod. Dette betyder, at fisk under mindstemålet skulle have mindst 75% chance for at slippe ud gennem maskerne. Med en maskevidde på 80 mm, som benyttes i bomtrawlfiskeriet er dette forhold opfyldt for tunger, men for rødspætter er 25% retentionslængden fundet at ligge i intervallet 13,9 til 20,1 cm, altså betydeligt under mindstemålet, som er på 25 cm i Nordsøen. Det betyder, at der i bomtrawlfiskeriet må påregnes store discardmængder af rødspætter, hvis der fiskes i områder med store koncentrationer af små rødspætter (DIFTA, 1997).

Undersøgelser af hvilke faktorer, der spiller ind på selektionen, har vist, at selektionen bliver mindre jo større motorkraft, der benyttes ved fiskeriet (det betyder, at fiskene, der fanges, bliver mindre, hvis motorkraften er stor) (de Clerck et al, 1980, 1981, Beek et al. 1981a). Stor motorkraft kan dog direkte relateres til faktorer som træk hastighed, størrelse af redskab og herunder mulighed for rigning med et større antal tickler-kæder (Beek et al 1983).

Generelt fandtes, at selektionsfaktoren aftog med tiltagende fangst (Beek et al. 1981b, 1983). Endvidere påvistes ikke nogen forskel på selektionsfaktoren på 90 og 120 mm maskevidde, men at formen på selektionskurven ændrede sig. Burd og Vince (1979) fandt, at tunger fanget på ren bund var større, end tunger fanget i trawl med meget "skrab" (sten og invertebrater). Dette betyder at meget "skrab" lukker trawls maskerne til, hvorved maskestørrelsen reduceres med ca. 10%. Det samme fremgår af van Beek (1981b).

2.2.2 Discard- og selektionsdødelighed

Undersøgelser af fiskeriets påvirkning af fiskebestandene fokuserer dels på dødelighed af de fisk, der landes, dels på de fisk, som har været bragt på dæk og smides ud igen (discarddødelighed), dels på dødelighed hos fisk, som har passeret maskerne af redskabet under fiskeriet (selektionsdødeligheden). De beskrevne undersøgelser har hovedsageligt fokuseret på korttidseffekterne på fiskene, d.v.s. discarddødeligheden og selektionsdødeligheden.

De Veen et al (1975) har analyseret togtresultater fra 1975, van Beek et al (1990) har lavet en oversigt af undersøgelser udført i 1972, 1975, 1979, 1982, undersøgelser fra 1989 er beskrevet af Bergman (1990), BEON 8 (1990), BEON 13 (1990), BEON 16 (1991), og undersøgelser fra 1992 og 1993 af Fonds (1994a, 1994 b), Craeymeersch (1994) og Kaiser og Spencer (1995).

Undersøgelserne fra 1975 (de Veen et al, 1975) er lavet vinter-forår, medens de senere undersøgelser er fra forårs- og sommermånederne, hvilket betyder, at alle årstider er dækket ind. Undersøgelserne inkluderer bomtrawlsfiskeri efter såvel tunger som rødspætter, hvorfor der er taget højde for maskevidden. Alle undersøgelser er foretaget i den sydlige eller centrale Nordsø - både udenfor og indenfor "Rødspættekassen" (Figur 6).

I det efterfølgende vil der blive givet et kort resume af de pågældende undersøgelser.

2.3 Overlevelse og beskadigelse

2.3.1 Overlevelse og beskadigelse - "ældre undersøgelser"

De Veen et al (1975) klassificerer discarderne i 6 kategorier, der dækker spektret fra kategori A, hvor fiskene ikke er skadet, til kategori F, hvor alle er døde. Der imellem er der 4 graderinger af skaderne, alt efter hvor stort et slimlag eller hvor stort et område fiskene har mistet skæl på (kategorierne B-E). Overlevelsen efter 3 dage er beregnet for alle 6 kategorier.

Hollandske rødspætte- og tunge fangster er fordelt på de 6 kategorier. Resultatet fremgår af figur 7, hvor det ses, at der er flest levende fisk uden skader (kategori A) i rødspættefiskeriet.

Yderligere viste de Veen et al (1975), at overlevelsen efter 3 dage for rødspætter (hvor trækvarigheden var 20 min.) var 100% for kategori A og 15% for kategori D. Alle var døde i kategori E (den næstsidste kategori, med store beskadigede områder). Sammenhængen mellem bådenes motorkraft og klassificeringen blev ligeledes undersøgt. Resultaterne viste, at beskadigelsesgraden var relateret til bomtrawlernes størrelse, således at skibe med den største motorkraft, havde de fleste beskadigede fisk (77%). Træktiden spillede ligeledes ind - jo længere træktid, jo mindre overlevelse.

2.3.2 Overlevelse og beskadigelse - "nyere undersøgelser"

I Beek et al (1990) er der ud over discardundersøgelser også lavet sammenligninger mellem bund- og bomtrawl-discard (tawlere med motorkraft på 600 HK og bomtrawlere med motorkraft på 1000-1300 HK). Træktiden er fra 1-2 timer, maskestørrelsen i løftet varierer, antallet af kæder varierer fra 12 til 24 og maskestørrelsen i "covernettet" varierer. "Covernettet" er en ekstra pose, som i forsøgsøjemed er spændt ud over selve trawlposen, med henblik på at fange fisk, som går igennem løftets (trawlposens) masker.

De fangede fisk var klassificeret i 4 grupper:

A	fisk livlig, ingen synlige tegn på skader
B	mindre livlig, nogle skrammer, op til 20% af slimlaget er påvirket, nogle skæl mangler, nogle røde pletter på blandsiden
C	adskillige skrammer, op til 50% af slimlaget er påvirket, adskillige røde pletter på blandsiden
D	hovedet rødt, mange skrammer og områder uden skæl, mange pletter og blodudtrædninger

Beek et al (1990) undersøgte skaderne i fangsterne fra tunge-bomtrawl, rødspætte-bomtrawl og almindeligt bundtrawl efter 1-times og 2-timers træk. Fangsterne i tunge-bomtrawlen var mest beskadiget (kategori C og D) - ca. 70% efter 1 time stigende til ca. 90% beskadigede fisk efter to timer. I bundtrawl var ca. 50% skadet efter én times træk og ca. 60% efter to timers træk.

Det blev påvist, at de i bomtrawl fangede rødspætter døde i løbet af 12 timer, hvis deres skader var klassificeret som kategori D, hvorimod tunger, der var klassificeret som D, havde en overlevelse på ca. 10% efter 36 timer. Af rødspætter, som var fanget i bundtrawl og klassificeret som D, var alle døde indenfor 84 timer. Det skal understreges, at for begge trawltypen ender det med en overlevelse på 0%, hvis fiskenes beskadigelsesgrad svarede til kategori D, men det gik langsommere, hvis fiskene var fanget i bundtrawl.

Overlevelsen af rødspætter, der er klassificeret som A, fra bomtrawlfangster gik fra 100% til ca. 80% på 84 timer. For tunger fra samme klassificering gik overlevelsen ned fra 100% til ca. 65% på 84 timer. Rødspætter fra bundtrawl havde en 100% overlevelse 84 timer efter, at de var fanget.

Overlevelsen efter 84 timer af rødspætter, der var sluppet gennem maskerne i en bomtrawl, var ved 1-times træk ca. 50%, men faldt til ca. 20% ved 2-timers træk. For tunger var overlevelsen efter 84 timer mindre: ved 1-times træk ca. 35% og ved 2 timers træk ca. 15% (Figur 8).

Kaiser og Spencer (1995) undersøgte i 1992-93 skader opstået i forbindelse med fiskeri med 4 m bomtrawl og ½-times træk. De registrerede manglende skæl, sår og blodudtrædninger og fandt, at isinger var de mest sårbare, hvad angik tab af skæl. 88% af isingerne manglede skæl, medens det for de andre fladfiskearter var ca. 70%. Samtidig med skæltabet fandtes blodudtrædninger på undersiden af fiskene. Endvidere udviste 10-60% af isingerne sår-dannelser. Sårhyppigheden synes dog størst hos rødspætter.

Bergman (BEON 8) undersøgte overlevelse (efter 1 dag) hos de fisk, der var undsluppet 90 mm masker, men fanget i "covernettet", og fandt en overlevelse for ising på 56%, for rødspætter på 85%, og for tunger på 100% efter 1 dag.

2.3.3 Overlevelse og bomtrawlstørrelse

Fonds (1994a, 1994b) har undersøgt discarddødelighed for to bomtrawl-typer på henholdsvis 4 m og 12 m. Fiskeri med 4 m bomtrawl er tilladt inden for 12 miles zonen, forudsat at bådens motorkraft er under 300 HK. Fiskeri med 12 m bomtrawl er kun tilladt off-shore (udenfor 12 miles zonen) og dette fiskeri kræver en motorkraft fra 1100 til 3000 HK for at trække redskaberne. Maskestørrelsen i løftet (codend) var 100 mm. Trækhastighed var 6-8 knob for de store bomtrawlere og 4-5 knob for de små.

Der blev målt direkte og indirekte dødelighed efter korte 5 minutters træk og 1-2 timers kommercielle træk. Den direkte dødelighed er % døde fisk, der kom på dækket. Den indirekte dødelighed er de fisk, der var levende ved fangsten, men døde efter 2-3 dage.

Dødeligheden i % kan ses af tabellerne 2.1-2.4

Tabel 2.1 Direkte dødelighed i %, 12 m bomtrawl.

	Kort tid			Lang tid			
	mar-april	sept.		mar-april	maj	aug.	sept.
Tunge	-	-		42	-	-	47
Rødspætte	-	-		57	-	-	34
Ising	31	-		-	-	-	67

Tabel 2.2 Indirekte dødelighed %, 12 m bomtrawl.

	Kort tid				Lang tid		
	mar-april	aug.	sept.		maj	aug.	sept.
Tunge	24	17	23		-	-	91
Rødspætte	6	13	22		-	-	92
Ising	12	29	45		-	-	99

Tabel 2.3 Direkte dødelighed %, 4 m bomtrawl.

	Kort tid			Lang tid	
	april	juni		april	juni
Tunge	-	-		60	-
Rødspætte	-	-		29	77
Ising	-	-		97	94

Tabel 2.4 Indirekte dødelighed i %, 4 m bomtrawl.

	Kort tid			Lang tid	
	april	juni		april	juni
Tunge	11	15		55	67
Rødspætte	3	12		83	80
Ising	18	17		84	89

Generelt ses en lavere dødelighed i 4 m bomtrawl end i 12 m bomtrawl. Forfatteren forklarer forskellen med, at de små bomtrawlere bruger en lavere trawlhastighed, færre ticklerkæder, samt at redskabet har en lavere vægt.

Tabel 2.5 viser resultaterne (for de vigtigste fladfiskearter) af undersøgelser af discard- og selektionsdødelighed gennemført i 1992-93.

Tabel 2.5 Discard- og selektionsdødelighed ved 2 størrelser bomtrawl

	Discarddødelighed			Selektionsdødelighed	
	12 m bomtrawl	4 m bomtrawl		12 m bomtrawl	4 m bomtrawl
Tunge	95	84		21	13
Rødspætte	95	91		14	8
Ising	99	99		-	18

I denne undersøgelse pointeres, at rundfisk ikke har store chancer for at overleve fangst i bomtrawl. Forfatterne mener, at de fisk, der slipper igennem maskerne, skulle have en bedre overlevelse end fiskene i løftet, idet disse bliver ødelagt af opskræbte sten og bundinvertebrater.

Det kan ses, at discarddødeligheden er betydelig i de to bomtrawltyper. Lykkes det derimod fiskene at slippe igennem maskerne, er dødeligheden lavere. Den laveste dødelighed findes hos rødspætter, som er undsluppet maskerne i de små 4 m bomtrawl.

2.4 Skader i snurrevodsfangster

Personale fra DFU har undersøgt fangstskader i forbindelse med snurrevods fiskeri i et område nordvest for Hanstholm, hvor der samtidig foregik et intensivt bomtrawlfiskeri. Alle fisk med skrabesår på hale og/eller ved hovedet samt blodudtrædninger ved halen blev kategoriseret som skadet (uden graduering). Resultatet var, at 60% af fangsten af rødspætter havde én eller flere af de nævnte skader.

Figur 9 illustrerer skadernes fordeling afhængig af fiskens størrelse. Det ses, at der findes skader på alle størrelser fisk - også dem, man må formode ikke har været i stand til at slippe igennem maskerne på bomtrawlene.

2.4.1 Sammenligning mellem fiskeriskader ved bomtrawl- og snurrevodfiskeri i områder med bomtrawlfiskeri

Undersøgelser udført af Kaiser og Spencer (1995) viste, at 70% af fiskene fanget i bomtrawl er skadet, mens De Veen et al (1975) fandt, at over 80% var skadet - flest i fangster fra skibe med stor motorkraft. Ved snurrevods fiskeri på rødspætter gennemført i områder, som kort forinden har været befisket af bomtrawlere, fandtes 60% af fiskene at have skader. Disse skader anses ikke for at være forårsaget af snurrevods fiskeriet. Hollandske undersøgelser har vist, at bomtrawling i områder, hvor der foregik intensivt bomtrawlfiskeri, gav fangst af en øget mængde beskadigede fisk i fangsterne.

2.5 Discard i "Rødspættekassen"

"Rødspættekassen" (Figur 6) er et opvækstområde for mange fiskearter. Derfor vil der forekomme relativt store mængder små fisk, hvilket vil medføre en større discardmængde i forbindelse med fiskeri i området.

Undersøgelser af discard og overlevelse uden og inden for "Rødspættekassen" er blevet udført af "Study group on the North Sea Plaice box" (ICES 1994a) og af Fonds (1994b). I ICES (1994a) blev der foretaget beregninger af den totale discard uden for og inden for "Rødspættekassen". Den totale discard af rødspætter blev beregnet til 49% for hele Nordsøen, mens den i "Rødspættekassen" var 83% og 36% umiddelbart udenfor kassen.

Discarden af tunger blev beregnet til 16% for hele Nordsøen, 8% inden for kassen og 18% uden for kassen. Rødspættediscarden fandtes ret stabil fra år til år, hvorimod tungen discarden fandtes meget variabel, fra 5-29%. For torsk blev det skønnet, at discarden lå på 80% i kassen og 51% uden for.

2.5.1 Effekten af "Rødspættekassen"

Ved oprettelse af "Rødspættekassen" var det tilladt at fiske med bomtrawl, undtagen i 2. og 3. kvartal, hvor kun små bomtrawlere (med <300 HK) havde tilladelse. I 1994 blev "Rødspættekassen" også lukket for de store bomtrawl i 4. kvartal, og i 1995 var den totalt lukket for de store både, således at fiskeri nu kun er tilladt for bomtrawlere med motorkraft under 300 HK,

d.v.s. små bomtrawlere med 4 m bomtrawl.

Det er nu iværksat undersøgelser med henblik på at vurdere, hvorledes den nedsatte fiskeriintensitets påvirker bunddyr, som lever på overfladen af havbunden, og fisk. De foreløbige undersøgelser tyder på, at mængden af fisk over 30 cm er tiltagende sammenlignet med områder udenfor, og det ser ud til, at artsdiversiteten (mængden af forskellige fiskearter) af fisk er tiltaget, efter at "Rødspættekassen" er blevet lukket for de store bomtrawlere hele året.

Fordelingen af bomtrawl-fiskeriintensiteten ud fra forskellige strategier om lukning og åbning er beskrevet i "Report of the study group on the North Sea plaice box" (ICES 1994). En total lukning for redskaber, der medfører discard af fisk, vil betyde, at rekrutteringen forbedres med 24% for rødspætter og 5% for tunger (ICES, 1994).

2.6 Fangstsammensætning ved forskellige typer bomtravlfiskeri

Fonds et al (BEON 16, 1991) har undersøgt fangstsammensætning (fisk og bunddyr) i tunge- og rødspættebomtrawl efter 1-times træk, hvor træk hastigheden var 6 knob (Tabel 2.6).

Tabel 2.6 Fangstsammensætning (kun fladfisk medtaget). Efter Fonds et al (BEON 16, 1991).

Angivet i kg	Tunge-bomtrawl	Rødspætte-bomtrawl
Målsfisk: tunge	12	0,4
Målsfisk: rødspætte	14	12
Målsfisk: ising	1,5	0,5
Total	27,5	12,9
Discard: tunge	0,7	0,04
Discard: rødspætte	8	2,5
Discard: ising	42	2,2
Total discard	50,7	4,74
Rundfisk	10	2
Bunddyr	112	13

Af ovenstående tabel ses, at det er tungefiskeriet, der giver den største bifangst af fisk og bunddyr.

Fonds (BEON 13, 1990) har undersøgt, hvorledes rigning af bomtrawl med forskellig mængde ticklerkæder påvirker fangstsammensætningen. Totalfangsterne af tunger var dobbelt så store i redskaber med kæder, medens rødspættefangsterne var svagt højere med kæde. Isingefangsterne var på samme niveau uanset rigningen af bomtrawlen

En lignende undersøgelse udført af Creutzberg et al (1987) fandt, at tungefangsten steg med øget antal ticklerkæder (Figur 10). Ligeledes stiger bifangsten af bunddyr som søstjerner (*Asteria rubens*) og slangestjerner (*Ophiura textura*) (se senere).

2.6.1 Hvad "koster" bomtrawl-fiskeriet?

I en undersøgelse af de Veen et al (1975) blev discarden pr. 100 timers fiskeri i 1975 beregnet til: 32.249 stk. ising, 13.026 stk. rødspætter og 1.229 stk. tunge, hvilket overført på det hollandske bomtrawl-fiskeri betød, at der i 1975 blev discardet 274.200.000 stk. ising, 110.800.000 stk. rødspætter og 10.400.000 stk. tunger.

Fonds (1991) beregnede, hvad det "kostede" i form af døde bunddyr og discardede fisk (i kg) at fange 1 kg rødspætter og 1 kg tunger på tre forskellige lokaliteter (Tabel 2.7).

Tabel 2.7 "Omkostninger" ved fangst af tunger og rødspætter

	1 kg tunger			1 kg rødspætter		
	Centrale Nordsø	Sydlig Nordsø	Hollandske kyst	Centrale Nordsø	Sydlig Nordsø	Hollandske kyst
discardet fisk (kg)	20	0,8	0,5	1,3	-	-
bunddyr (kg)	83	4,8	2,9	5,2	-	-

Af ovenstående tabel ses, at det "dyreste" fiskeri er tungefiskeriet, men omkostningerne udviser stor variation fra lokalitet til lokalitet. Artiklens forfattere mener, at der er tale om en årstidsvariation (undersøgelsen blev gennemført i maj).

Weber (i ICES, 1996) finder for Tyske Bugt, at 1 kg tunger koster 36 kg bifangst. Heraf er 10,6 kg discardede fisk og 22,8 kg bunddyr.

Beregninger af den total discardmængde er foretaget af forskellige forskere og ICES arbejdsgrupper. Et bud er 260.000 tons i den sydlige Nordsø (ICES 1994). En anden beregning anslår mængden til at være 270.000 tons fisk (heraf 251.000 tons fladfisk og 19.000 tons rundfisk) og 120.000 tons bunddyr i Nordsøens tungefiskeri. I rapporten sammenlignes discarden i perioden 1978-82 med 1989-91, og det viser sig at discarden er fordoblet i den mellemliggende periode (ICES 1996).

2.7 Langtidseffekter på ising og rødspætter

I perioden fra 1983 til 1993 har DFU med havundersøgelsesskibet "DANA" kortlagt forekomsten af sygdommene lymfocystis, hudpapillomer og sår hos faldfisk i et område fra den jyske vestkyst ud til 6°Ø. I dette område foregår også bomtrawlfiskeri.

Hvis fladfiskene overlever discard eller passage af trawlmaskerne, kan de få hudafskrabninger, der siden kan udvikle sig til sårdannelse. Man ville derfor forvente, at sårhyppigheden ville være stor i de områder, hvor fiskeriindsatsen var stor. Undersøgelserne har imidlertid vist, at sårhyppigheden hos isinger er lav, idet den varierer fra 0,4 til 2,2% (Møllergaard and Nielsen 1996). Den største forekomst af sår findes i Skagerrak. Der synes ikke at være nogen umiddelbar sammenhæng mellem øget bomtrawlfiskeri eller andet fiskeri og sår hos isinger. Fundet af den relativt lave sårfrekvens hos isinger kan forklares ved, at størstedelen af de isinger, som undslipper maskerne eller discards, dør indenfor få dage, og således ikke når at få dannet sår.

2.8 Undersøgelser ud i fremtiden

- A) Rødspættematerialet indsamlet med havundersøgelsesskibet "DANA" er ikke oparbejdet, men vil blive oparbejdet i 1997/98 (projekt i HØK) med det formål at kortlægge rødspættens fiske sygdomme og se, om der er en sammenhæng med fiskeriindsatsen og øget sårhyppighed.
- B) Et EU-projekt med titlen "Optimization of a species selective beam trawl" med det formål at reducere discard ved at prøve at ændre i maskeformen. Der er tale om samarbejdsprojekt mellem Holland, Belgien og U.K.
- C) Et EU-discard projekt med titlen "Assessment of survival of fish escaping from commercial fishing gears". Formålet er at undersøge overlevelsesserater og beskadigelser ved tab af skæl, når fisk undslipper løftet ved forskellige masketyper. Undersøgelserne gennemføres med almindelig bundtrawl og ikke bomtrawl, men er alligevel taget med i denne rapport, da de anses for relevante i denne sammenhæng. Et samarbejdsprojekt mellem Danmark (DFTA) og U.K. (Skotland).
- D) Et EU-projekt med titlen "Improved selectivity of fishing gears in the North Sea Fishery Beamtrawling". I dette projekt vil man prøve at udvikle en arts-selektiv bomtrawl. Et samarbejdsprojekt mellem Holland, U.K. og Belgien.
- E) Et EU-projekt med titlen "Investigation of the relative fishing effort exerted by towed demersal gear". Et projekt, der vil prøve at forbedre metoden til måling og monitorering af fiskeriintensiteten og for at undersøge forskellige redskabsparametres effekt på fiskekapaciteten. Undersøgelserne skal foretages med en række forskellige redskaber, herunder bomtrawl. Et samarbejdsprojekt mellem Danmark, U.K. og Belgien.

3 Bunddyr og bomtrawl

3.1 Undersøgelser af bunddyr og bundtrawl

Bomtrawls direkte effekt på bunddyr er beskrevet af bl.a. Margetts og Bridger (1971), de Groot (1972), Bergman et al (1990, 1994), Rumohr et al (1994) og Kaiser og Spencer (1994).

3.1.1 Nedtrængen i sedimentet

Det har gennem tiderne været diskuteret, hvor meget en bomtrawl trænger ned i sedimentet. Bridger (1972) anførte, at den trængte 0-27 mm ned i sedimentet, hvis den var rigget med 15 ticklerkæder, og det fremhævedes, at "skoenes størrelse" også var af betydning. Små sko trængte dybere ned end store (BEON 13, 1990). De Groot (1984) fandt, at nedtrængen i bunden var 30 mm, hvis bunden var mudret og 10 mm, hvis den var sandet. Bergman et al's (BEON 8, 1990) resultater viste, at bomtrawl kunne gå ned til 60 mm ned i sedimentet, idet de så opvirvling af bunddyr, der levede i denne dybde.

Der er generel enighed om, at nedtrængen i sedimentet er afhængig af bundens beskaffenhed, bundtrawls rigning og størrelse (vægt) og træk hastigheden (jo større hastighed jo mindre berøring med bunden) (Fonteyne, 1994).

3.1.2 Fiskeriindsats med bomtrawl og faunaens regenerationsevne

Bomtrawls indflydelse på enkeltarter er undersøgt for søstjerner, *Asteria rubens* (de Graaf & de Veen, 1973) og den tykskallede musling, molboøstersen, *Artica islandica* (Klein & Witbaard, 1995). Disse to undersøgelser beskriver regeneration af beskadigede arme og skaller.

De Graaf & de Veen (1973) fandt, at skader forvoldt på søstjerner, *Asteria rubens*, var markant større for bomtrawlere med kæder end uden kæder. De mente dog ikke, at mængden af regenererede arme kunne bruges som et lokalt indeks på fiskeriindsatsen med bomtrawl. Derimod mente Klein & Witbaard (1995), at "ar" på molboøstersens skaller kunne benyttes som index for fiskeriindsatsen, idet denne musling bliver meget gammel, og bomtrawlfiskeriet kan forårsage kraftige skader på muslingens skaller. Den observerede stigning i antallet af "ar", passer med stigning af bomtrawl-fiskeriindsatsen.

3.2 Effekten af bomtrawlfiskeri på bunddyr

Det følgende sammendrag omhandler skader på flere forskellige bunddyr-arter, og skaderne er gjort op i døde og ikke døde.

De Groot (1972) fandt i sin undersøgelse, at skadernes omfang på bund og bunddyr var

afhængig af strømmen og bundens beskaffenhed, og anførte, at blød bund var mest udsat for skader. De Groot (1984) mente dog, at skadernes omfang var begrænset i forhold til den mængde fisk, der blev fanget. Bergman et al (1990), Bergman & Hup (1992) og Bergman et al (1994) undersøgte den direkte effekt af bomtrawl på bunden. Bunden blev undersøgt ved hjælp af site scanner og bundprøver. Det anvendte undersøgelsesfartøj var en kommerciel bomtrawler med en motorkraft på 2100 HK og 12 m bomtrawl. I disse undersøgelser fandt man, at den direkte effekt af bomtrawl på bunddyr var en signifikant reduktion af biomassen (vægten af bunddyr) med 40-65% (efter 3 trawlinger). Der var tale om arter som søstjerne (*Asteria rubens*), søpindsvin (*Echinocardium cordatum*) og rørboende børsteorme (polychaeter). Mængden af krebsdyr (crustaceer) blev reduceret med ca. 10%, men nedgangen var ikke signifikant. Det gik mest ud over små individer, som ikke er i stand til at grave sig dybt ned i sedimentet. Antallet af arter, der lever nedgravet i sedimentet, blev reduceret. De mentes at være blevet ødelagt eller spredt rundt i området efter at have passeret maskerne, idet nogle af arterne dukkede op igen efter 14 dage og til tider med en øget tæthed. Disse ændringer forklarede forfatterne ved, at der blev rodet rundt i sedimentet i forbindelse med bomtrawlfiskeriet.

I de omtalte artikler bliver det kraftigt understreget, at den direkte effekt ikke siger noget om langtidseffekter. Forfatterne mener, at bunden allerede kan være adapteret til fiskeriet, og at der givetvis på forhånd er sket forandringer i faunaens sammensætning. I denne forbindelse kan nævnes, at Collie et al (1996) i en undersøgelse på Georges Bank udførte den nordamerikanske østkyst fandt, at bunden i områder med trawlfiskeri var karakteriseret ved store tykskallede muslinger og snegle (mollusker), discarddende arter som krabber, søstjerner og søpindsvin (echinodermer).

Kaiser og Spencer (1994) har undersøgt den umiddelbare effekt af bomtrawlfiskeri i det irske hav, og fandt, at biomassen for alle de arter, der var mere eller mindre fastsiddende faldt kraftigt, medens de mobile arter så ud til at stige i antal (se discardeder afsnit). Forfatterne konkluderede, at ticklerkæder eller kædematte reducerede biomassen af fastsiddende eller langsomt bevægende dyr.

Kaiser og Spencer (1996) fandt, at biomassen af bunddyr i nogle områder blev reduceret med 58% efter et bomtrawl-træk, medens andre områder ikke viste nogen markant forskel. Dette forklares ved, at det mere stabile sediment har en større individtæthed og at bomtrawlfiskeri på et sådant sediment derfor vil forårsage store skader på faunaen.

Rumohr et al (1994) har ved videoundersøgelser belyst den direkte effekt på bunden ved brug af de forskellige komponenter af bomtrawl, d.v.s. bommen alene, skoene og ticklerkæderne. De fandt, at antallet af bunddyr-arter og fisk altid var højst i prøverne fra skoene og ticklerkæderne; når de blev trukket over sandbund, mens bommen gav de fleste arter på blød bund. Der fandtes udbredte skader på bunddyr, uanset hvilken del af bomtrawls komponenter, der blev fokuseret på. Imidlertid blev der konstateret, at 10 m rejtrawl kun har ringe effekt på sedimentet i Vadehavet.

3.2.1 Overlevelse af bunddyr

Overlevelse af bunddyr fanget i løftet (trawlposen) såvel som dem, der går igennem maskerne, er blevet undersøgt af Fonds (1994a, 1994b). De bunddyr, som blev undersøgt, stammede fra de samme træk som discardundersøgelserne (se discardafsnittet). Det skal pointeres, at resultaterne vedrørende fiskeri med 4 m bomtrawl var fra det kystnære område, mens resultaterne fra 12 m bomtrawl var fra stationer uden for 12-miles grænsen.

Resultaterne af disse undersøgelser viste, at der var stor variation på dødeligheden, og at dødeligheden på bunddyr, såvel den direkte (dyr døde, når trawlen kommer på dæk) som den indirekte (dyr, som var levende ved fangsten, men som dør efter 2-3 dage i "overlevelses-tank"), var størst for 12 m bomtrawl.

For forskellige arter af søstjerner var den totale dødelighed ca. 15% i de store bomtrawl og 7% i de små bomtrawl. For krabber var den totale dødelighed ca. 60% i de store bomtrawl og ca. 42% i de små. Små muslinger havde en dødelighed på ca. 50% i de store bomtrawlere og ca. 38% i de små. Overlevelsen var forskellig for de forskellige arter, men den var størst for muslinger fanget i de små bomtrawl (Fonds, 1994b).

Ved fangst i store bomtrawl kan den direkte dødelighed af molboøstersen, *Artica islandica*, nå op på 94%, medens den indirekte dødelighed var 0-13%. Den samlede discarddødelighed for bunddyrene androg 86%, mens selektionsdødeligheden (bunddyr, som slipper gennem maskerne) nåede op på 78%.

3.3 Naturlige ændringer i bunden og bundfaunaen

I forbindelse med en vurdering af effekten af fiskeri på bunddyr rejser der sig uvægerligt en række spørgsmål: 1) Eksisterer en uberørt bund i et område, der er befisket gennemsnitlig 3 gange om året? 2) Er man på lang sigt i stand til at skelne påvirkningen af forskellige miljøfaktorer fra fiskeriskader? 3) Hvilke faktorer betyder noget for bunddyr og deres udbredelse? 4) Kendes den naturlige variation? Nogle af disse spørgsmål besvares i de efterfølgende beskrevne undersøgelser.

3.3.1 Undersøgelser af variationen i bunddyrfaunaens geografiske udbredelse

En kortlægning af udbredelsen af bundfaunaen, der lever henholdsvis på og i sedimentet, i Nordsøen er lavet af Dyer et al (1982, 1983), Basford et al (1989), Künitzer (1989, 1990), Creutzberg et al (1982), og Duineveld & van Noort (1990). Denne kortlægning er sket på et tidspunkt, hvor bomtrawlfiskeritrykket har været stort (Basford i 1980-1985, Dyer i 1977-1981 og Künitzer i 1986).

Der er fundet en tydelig opdeling af bundfaunaen mellem den sydlige og nordlige Nordsø, en

afgrænsning, som omtrent går fra Hanstholm til Newcastle (Dyer et al 1982 og 1983, Basford et al 1989). Årsagen til, at faunaen er forskellig i de forskellige dele af Nordsøen, skyldes forskelle i bundtyper, vandmasser og den dertil hørende planktonfauna. Da langt de fleste bunddyr-arter har fritsvømmende (pelagiske) larvestadier, er cirkulationen af vandmasserne af betydning for udbredelsen (Dyer et al, 1982, 1983). Vanddybden spiller ligeledes en stor rolle (Dyer et al 1982, 1983, Basford et al 1989, Künitzer 1989, Duineveld og van Noort 1990).

I den nordlige Nordsø er der dybt vand. I den sydlige Nordsø er der relative lavt vand, hvilket betyder at vandsøjlen kan blive opblandet på grund af tidevand og/eller vind. Der sker en opblanding med næringsholdigt flod- eller bundvand, hvilket forårsager en højere primærproduktion. Dette vil medføre nedsynkning af organisk materiale, som bl.a. er føde for bunddyrene (Dyer et al, 1982, 1983). Variationer i vandtemperaturen (Künitzer 1990, Dyer et al 1982, 1983, Basford et al 1989) og sedimentstørrelsen synes at være årsag til variationer i forekomsten af de forskellige arter (Basford et al 1989, Creutzberg et al 1982, Künitzer 1989, Duineveld & van Noort 1990). I et bælte i Nordsøen med fintkornet sediment er biomassen dobbelt så høj som i et omkringliggende område (Creutzberg et al, 1982).

3.3.2 Naturlige forstyrrelser

En "naturlig" (ikke befisket) havbund vil være udsat for forstyrrelser i form af oprodning af sedimentet i forbindelse med ændringer i strømforhold eller ved vindpåvirkning.

Aller (1989) undersøgte effekten af stærk strøm på bundfaunaen og fandt, at mængden af store bunddyr (macrofaunaen) i de øvre bundlag blev reduceret, bl.a. ved at der skete en bortførsel af individer fra området. En hurtig sedimentation kan også virke forstyrrende på faunaen. Pludselige skift fra hurtig til langsom strøm medfører en øget sedimentation, som kan være ødelæggende for nogle bunddyr.

Hall (1994) har ligeledes beskæftiget sig med de naturlige forstyrrelser af bunden. Ifølge disse undersøgelser kunne storme være meget ødelæggende (bølgerne). Ødelæggelserne var størst i de kystnære områder ud til en dybde på 30-40 m, hvorefter de var uden betydning. Han beskriver endvidere, at sedimentation af ophvirvlet bundmateriale, vil kunne have en skadelig effekt på bunddyrene.

Duineveld & Belgers (1994) og Holtmann et al (1995) undersøgte forekomsten af store bunddyr (macrofaunaen) på åbent hav og kystnært (ved den hollandske kyst) igennem en periode i 1991-1994. Formålet med disse undersøgelser var at belyse, om der var markante forskelle på de to områder. Der fandtes forskelle, men de blev betragtet som værende almindelig år-til-år variation - altså naturlig variation.

3.4 Sammenligning mellem nyere og ældre bundundersøgelser

I en række tilfælde har man gennemført nye undersøgelser af bundfaunaen på gammelkendte bundprøvestationer, idet man forventede, at eventuelt påviste ændringer i bundfaunaen kunne

afspejle effekten af fiskeriet på havbunden.

3.4.1 Eutrofieringens betydning

Pearson et al (1985) besøgte gamle stationer i Kattegat og påviste ændringer i bundfaunaen fra de tidligere beskrivelser til de nutidige. Disse ændringer menes at være forårsaget af eutrofiering, selvom området har været påvirket af et stort trawlfiskeri i den mellemliggende periode.

Kröncke (1990) gennemførte undersøgelser af bundfaunaen på Doggerbanke i perioden 1985 til 87 og har efter sammenligning med undersøgelser udført af Ursin i 1950-54 fundet, at macrofaunaen er ændret. Eutrofieringen menes også i dette tilfælde at være årsag til de observerede ændringer.

Lignende undersøgelser er foretaget i Tyske Bugt i perioden 1967 til 1975 af Rachor og Gerlach (1978). Konklusionen på disse undersøgelser var, at man på længere sigt ikke kunne forvente en stabil situation på sandbund, da der er en lang række faktorer, som kan gribe forstyrrende ind. De nævner f.eks. ekstreme vintertemperaturer, kraftige storme og turbulens. Deres undersøgelser er gennemført i et område med en vanddybde på ca. 28 m. Riesen og Reise (1982) fandt stort set, at de samme forhold gjaldt for Vadehavet. For muslinger fandtes en stigning i individantallet, men et fald i antallet af arter. Det samme forhold gjorde sig gældende for krebsdyr (crustaceer) og orme (polychaeter). Disse ændringer tilskrives menneskets påvirkning i form af øget udledning af næringsstoffer til det marine miljø.

Bagge et al (1993) undersøgte, hvorledes iltvind i Kattegat i midten af 1980'erne påvirkede bunden og bundfaunaen. I denne undersøgelse blev det påvist, at bundfaunaen forandrede sig hurtigt efter iltmangel i form af en reduktion af individantallet og biomassen. Der fandtes få arter, men i løbet af ca. 3 måneder var biomassen høj igen, dog med ændret artssammensætning. De store dyr forsvandt, og de små robuste trådte i stedet. En retablering af systemet skete inden for 1 år. Årsagen til de beskrevne ændringer i bundfaunaen i Kattegat tilskrives den øgede eutrofiering og den deraf forårsagede iltmangel, idet fiskeriindsatsen i det sydlige Kattegat er kraftigt reduceret siden iltmanglen opstod. Josefson og Smith (1984) fandt de samme forhold for Skagerrak. Undersøgelser af Thistle (1981) og López-Jamar & Mejuto (1988) viste også, at rekolonisering skete hurtigt. Austen et al (1991) angav ligeledes eutrofiering som en vigtig faktor for ændringer i faunasammensætningen, idet de fandt en sammenhæng mellem planteplankton- og macrofaunabiomasse.

De vigtigste ændringer, der er blevet observeret i bundfaunaen i forbindelse med iltmangel og eutrofiering var (ICES 1996):

- 1) Individantallet af de forskellige arter blev øget
- 2) Artsdiversiteten faldt
- 3) Opportunistiske og kortlevende arter tiltog
- 4) Mængden af muslinger og snegle (mollusker) med langt livsforløb blev reduceret
- 5) Biomassen blev øget

3.4.2 Befiskede og ikke befiskede områder

Nogle forsøg på at beskrive langtidseffekten af fiskeri er gjort ved at sammenligne bundfauna ved vrage (ikke befiskede områder) med bundprøver udenfor (befiskede områder).

Hall et al (1993) har undersøgt faunaen ved siden af et vrage og i forskellig afstand fra vraget i et forsøg på at skelne mellem en befisket og en ikke befisket bund. Deres resultater viste, at der ikke var forskel i antal af arter. De fandt, at der var en sammenhæng mellem antal, diversitet og sedimentets partikelstørrelse, men ikke nogen sammenhæng med afstanden fra vraget. Forfatterne mener, at de manglende forskelle skyldtes, at fiskeri på grund af moderne teknologi var i stand til at fiske tæt op ad et vrage.

Arntz et al (1994) undersøgte bundfaunaen i et fiskeribeskyttet område nær et vrage og et tæt befisket område. Det stærkt befiskede område fandtes meget homogent, medens det ikke befiskede var inhomogent. Det befiskede område var fattigere på antal arter end det ikke-befiskede område, hvor man fandt flere "skrøbelige" arter. Søstjerner og søpindsvin blev således observeret med en lidt større hyppighed i det lukkede område end i det befiskede.

Collie et al (1996) har gennemført fotografiske undersøgelser af bundfaunaen og fandt, at der var en lavere tæthed af organismer, biomasse og diversitet i forstyrrede end i uforstyrrede områder. Georges Bank har været lukket for fiskeri med både bundtrawl og skrabere siden 1994 på grund af fiskeriets kollaps. Forfatterne undersøgte bundfaunaen i forskellige dybder og fandt "skrabeeffekten" større på det dybere vand end i det kystnære.

Hall (1994) har undersøgt langtidseffekten af fiskeri på bundfaunaen i et område ved den australske kyst. Her observeredes, at den faunaen, som levede på sedimentoverfladen (epifaunaen) var aftaget (i talrigdom) i takt med at trawlfiskeri blev optrappet. På et tidspunkt blev dette område delt op i 3 zoner, således at der måtte fiskes i én zone. Den anden blev lukket for fiskeri i 1985, og den sidste blev lukket for fiskeri i 1987. Ideen var, at man i de lukkede områder kunne optrappe et fiskeri med tejer og ruser på arter, der forekom med stor hyppighed i de uforstyrrede områder. I skrivende stund forelå der desværre ikke publicerede resultater fra disse undersøgelser.

Ændringer i en lang række forskellige miljømæssige faktorer, såsom sedimentets sammensætning, sedimentationen, temperatur, vanddybde, planteplankton, vandmassernes bevægelse, strøm, vind, eutrofiering og fiskeriet kan være med til at ændre bundfaunaen. De langsigtede virkninger fra fiskeriet alene vil således være svære at få udskilt fra alle disse naturlige faktorer.

3.5 Bunddyr og fiskeri

I en arbejdsgrupperapport om fiskeriets påvirkning af økosystemet (ICES 1996) påpeges, at man i den nordvestlige Nordsø ikke har været i stand til at registrere ændringer i mængden af store bunddyr (macrobenthos) i de sidste 20 år til trods for, at der har været fiskeri med bundtrawl i området. I et område af den centrale del af Nordsøen var biomassen dog reduceret

med 30%, men nedgangen skyldtes hovedsageligt en enkelt arts forsvinden (Kröncke, 1990).

Arbejdsgruppen har også gjort opmærksom på, at der i store dele af Nordsøen har været så meget trawlfiskeri, at det er svært at konkludere, hvorvidt arter er manglende eller reduceret på grund af fysiske årsager eller om det skyldes, at de har været udsat for anden påvirkning. De arter, man fandt i de meget befiskede områder, var de der kan tåle og havde overlevet fiskeriet.

Arbejdsgruppen har lavet en liste over, hvad der sker med bunddyr-samfund som følge af fiskeriet.

Bunddyr:

- 1) beskadiges
- 2) fjernes fra deres rør eller "bolig"
- 3) fjernes fra substratet
- 4) begravnes af resuspenderet materiale
- 5) fødegrundlag ødelægges

De arter, der er mest følsomme overfor påvirkninger, er:

- 1) arter med lav vækstrate
- 2) arter med lav regenerationsevne
- 3) arter med ringe formeringsevne (lav fecundity) eller lav rekruttering
- 4) fastsiddende arter
- 5) arter som kræver speciel habitat
- 6) arter som har en snæver substrat tolerance

I arbejdsgrupperapporten konkluderes, at bunddyr, som lever på havbunden eller på sten (epibenthos) forekommer hyppigst i ubefiskede områder, og at der ligeledes er en tendens til en stigning i mængden af bunddyr med lang livscyklus i disse områder.

3.6 Fremtidigt arbejde

- A) Et internationalt samarbejde med UK, Tyskland, Danmark (DFU), Norge og Holland (observatørstatus) er påbegyndt med det formål at kortlægge udbredelsen af bunddyr, som lever på havbunden og få et indtryk af de forandringer, der er på disse i et befisket område. Det er meningen, at indsamlingen skal ske parallelt med de internationale trawlsurveys (altså i hele Nordsøen), og der vil blive indsamlet i 1. og 3. kvartal. Der er tale om en løbende monitorering, så man hele tiden kan følge med i bundfaunaens sammensætning.
- B) En undersøgelse betalt af EU med titlen *Long term changes of North Sea fishing ground* er påbegyndt i 1995. I denne undersøgelse vil der blive lavet grundige litteraturstudier og blive etableret en database med al tilgængelige information herunder positioner på indsamlingssteder. Hvor der er indsamlet flere gange, vil der blive lavet en kvalitetskontrol, så data kan sammenlignes (ICES 1996).
- C) Et projekt betalt af EU med titlen "*Environmental impact of bottom gears on benthic*

fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea" har til formål at belyse bundskader, redskabers nedtrængen i sedimentet og ødelæggelser af bunddyr. De forskellige redskabsparametre vil blive inddraget. Redskaberne er bundtrawl eller bomtrawl. Dette er et samarbejdsprojekt mellem Holland og Tyskland.

- D) DFU gennemfører et projekt i Limfjorden med undersøgelse af muslingeskraberes effekt på bunddyr. Et lignende projekt er i gang i Sverige, hvor man undersøger rejetrawleres effekt på bunden. Dette projekt har dansk (DFU) deltagelse. Desuden er et sedimentationsprojekt i gang hos Danmarks Geologiske Undersøgelser (DGU). Formålet med dette projekt er at se på sedimentation af det finere materiale efter bomtrawltræk. DGU har deltaget i et togt med havundersøgelsesskibet "DANA", hvor der blev indsamlet sedimentsøjler.

4 Hvem rydder op på bunden?

4.1 Discarder i forbindelse med bomtrawlsfiskeri

Mængden af fisk og bunddyr, som discardes varierer meget for de forskellige områder af Nordsøen (Fonds, BEON 1991, ICES 1996). Som en gennemsnitsbetragtning for hele Nordsøen er den totale mængde discard for bomtrawl beregnet til at være 120.000 tons døde bunddyr, 251.000 tons fladfisk og 19.000 tons rundfisk (ICES, 1996).

4.2 Havets skraldemænd

De store mængder fisk og bunddyr, som discardes går dog ikke til spilde, men de indgår påny i fødekæden.

Efter trawlingen med bomtrawl vil man se, at nogle arter falder i antal, mens andre forekommer i øget antal (Kaiser og Spencer, 1994). De arter, der stiger i antal efter bomtrawlinger, er de mobile arter, som krabber og eremitkrebs. Disse er alle nogle, der hurtigt opdager døde dyr og lever af discardede bunddyr og fisk. Konk og søstjerner er også discardedere, men de er længere tid om at bevæge sig til trawlsporet.

Santbrink og Bergman (1994) finder, at tætheden af hvilling og ising stiger med op til 700% 12 timer efter trawlingerne. Også disse fisk er discardedere. Immigrationsraten (forøgelsen af individtallet i et trawlspor) er for isinger beregnet til at være fra 82% til 350%. Rødspætter havde en immigrationsrate på 60%, eremitkrebsens var af samme størrelsesorden og søstjerner, *Asteria rubens*, omkring 23%.

Maveundersøgelser af bl.a. hvilling og knurhaner har vist en markant stigning af antal byttedyr fra sporene ved sammenligning før og efter et trawltræk (Kaiser og Spencer, 1994). Arter, der var almindelige i maverne uden for trawlområder, faldt i antal efter trawling, og nye arter, der var blevet let tilgængelige efter trawlingen, fandtes i maverne (Kaiser og Spencer, 1994). Fonds (1994a) fandt, at maver på isinger, rødspætter og hvilling var fyldte med stykker af den tykskallede molboøsters, *Artica islandica*, og af *Donax spisula*. Mindre fisk havde ædt gonader fra søpindsvin.

Det er ikke kun fiskene og bunddyr, der nyder godt af den megen føde, også fugle og sæler konkurrerer om udbuddet. I Camphuysen et al (1995) og i ICES (1996) har man beregnet, at i området langs den jyske vestkyst ud til 7°Ø æder havfuglene 63% af de discardede rundfisk, 10% af de discardede fladfisk og 3% af den discardede bunddyr. I den centrale del af Nordsøen ædes 75% rundfisk, 14% fladfisk og 1% bunddyr. Havfuglenes store indtag af discardede fisk menes at kunne forklare den relativt store opgang, der er set i i visse fuglebestande i Storbritanien fra 1970'erne til i dag (ICES, 1996).

4.3 Fremtidige undersøgelser

Der er projekter igang, som skal kortlægge, hvad der ædes af discarden, hvem der æder og disses adfærd. Disse undersøgelser vil blive gennemført ved såvel feltstudier (studeret i "fælder") som ved laboratorieundersøgelser (IMPACT II i ICES 1996).

5 Iltsvind og store koncentrationer af fisk (patchiness)

5.1 Undersøgelser af iltsvind og patchiness

5.1.1 Iltsvind

I Nordsøen er iltmangel blevet konstateret i større områder i 1981, 1982, 1983, 1986, 1989 og igen i 1995. Iltmangel synes at opstå i forbindelse med omsætning af organisk materiale ved bunden. Øget næringssaltsbelastning af de danske farvande i de seneste årtier har givet anledning til en større produktion af organisk materiale, og nedbrydningen af dette har været medvirkende til en øget hyppighed af iltsvind. Endvidere har der samtidig været specielle klimatiske forhold tilstede, som har forårsaget en lagdeling af vandmasserne. De ramte områder er vist på figur 11.

Riemann og Hoffmann (1991) har undersøgt effekten af ophvirvling fra trawlfiskeri på iltomsætningen i de berørte vandmasser i Limfjorden (lavt, ikke lagdelt vand). De finder at trawling medfører en øget ophvirvling af partikulært materiale, og at forbruget i vandet stiger. Dyekjær, Jensen og Hoffmann (1995) har undersøgt iltforbruget i forbindelse med den ophvirvling af bundsedimentet, der ses ved fiskeri med muslingeskraber i Limfjorden, hvor vanddybden er under 10 m. De finder ingen markant effekt på ilt-situationen, men gør opmærksom på, at den dog er svagt forringet. Hvis der er et stort antal både, og vandets iltindhold i forvejen er lavt, vil muslingefiskeri forværre situationen. Derfor kunne man også forestille sig at bømtrawlsfiskeri i områder ramt af iltmangel kunne bidrage til at forværre situationen.

5.1.2 Hvad sker der med fisk under iltmangel?

Ikke alle fiskearter er lige følsomme over for iltmangel. Følsomheden afhænger af, om fiskene udsættes for akut iltsvind, eller om fiskene akklimatiseres gradvis til iltfattige forhold (Steffensen et al 1990). Er sidstnævnte tilfældet øges chancerne for at overleve. De arter, der er gode til at overleve, er f.eks. skrubber, da disse er bedre til at øge gælleventilationen end f.eks. rødspætter (Steffensen, Lomholt og Johansen, 1982). Vandets iltbindingsevne falder med stigende vandtemperatur, hvorimod fisks iltkrav stiger med stigende temperatur. Det vil sige, at en fisk i et iltfattigt område vil søge til koldere områder (f.eks. dybere vand) hvor vandet kan indeholde mere ilt eller til "varme" områder uden iltmangel. Flugten kan dog være risikabel, idet forøget svømmehastighed kræver meget ilt.

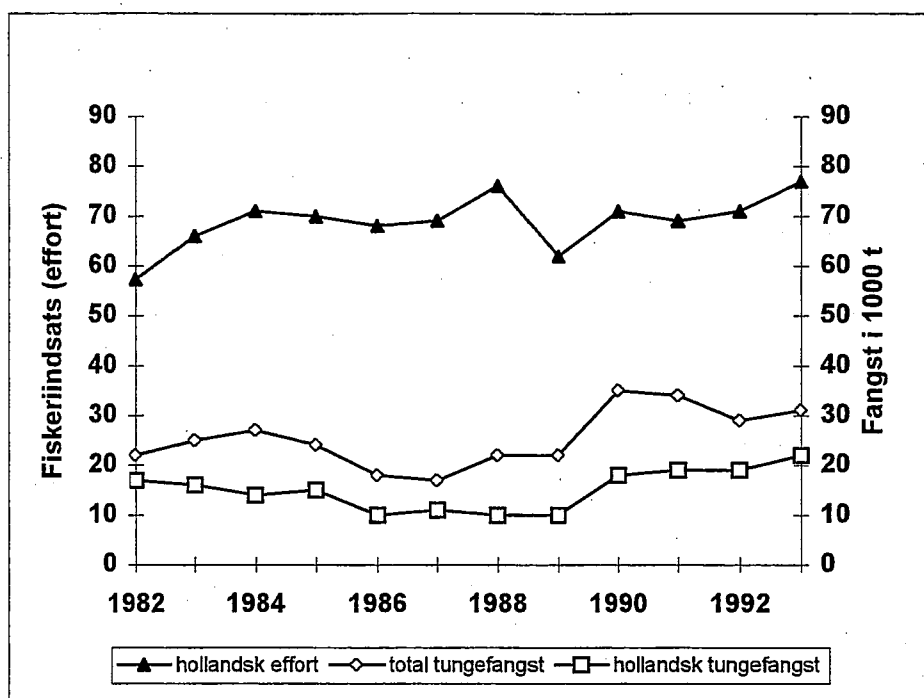
På grund af ovenstående forhold vil det være muligt i perioder med iltmangel i Nordsøen, at observere store koncentrationer (patchiness) af f.eks. rødspætter, idet disse er iltfølsomme og vil under sådanne forhold søge mod mere iltholdigt vand. Hvis store områder er ramt af iltmangel, kan fiskene også blive "fanget" i området, og fangbarheden (CPUE) vil kunne øges dels på grund af fiskenes nedsatte aktivitet dels som følge af deres flugtreaktioner.

5.2 CPUE-data fra logbøger

Med henblik på at belyse om patchiness er årsag til øgede fangster i perioder med iltmangel, er der foretaget en undersøgelse af DFU catch-effort data fra 1993, til 1995, således at der er to år uden eller med kun lidt iltmangel 1993 og 1994 og et år med iltmangel 1995.

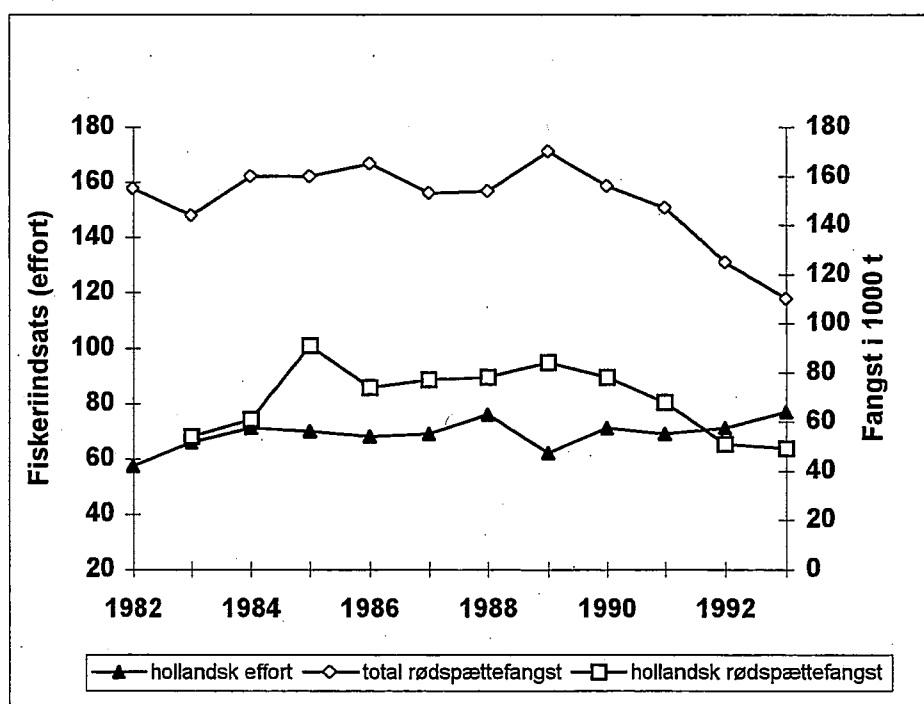
Iltmanglen i 1995 blev observeret i september. Der blev indsamlet CPUE-data for snurrevod, garn, bundtrawl og bomtrawl hos såvel danske som udenlandske skibe (fra log-bøger) fra den pågældende periode. Undersøgelsen viser, at der med basis i CPUE-tallene er tegn på en koncentration, en fordobling af bomtrawl-CPUE i kvadranter nord og øst for området med iltsvind. Stigningen er kun set i bomtrawl-CPUE, men såvel i det udenlandske som i det danske bomtrawlfiskeri. Disse observationer kan måske relateres til iltsvind. Resultaterne er illustreret på figurerne 12 og 13, hvor området med iltmangel ligeledes er indtegnet.

6 Figurer



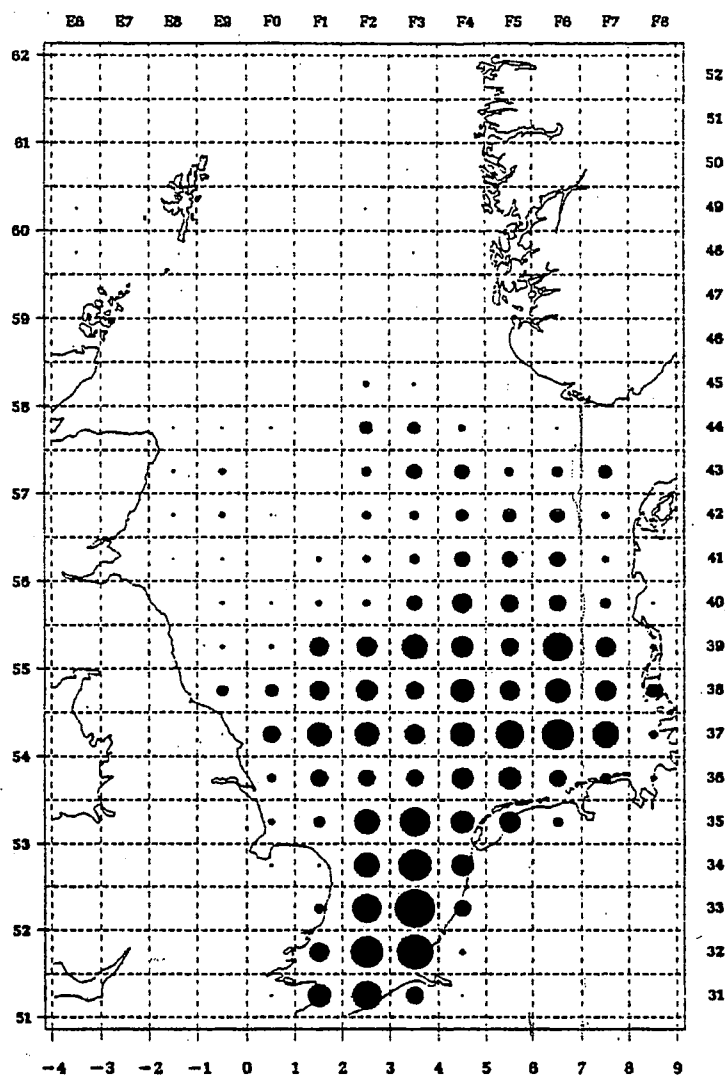
Figur 1. Tungefiskeriet i Nordsøen i perioden 1982-1993 med angivelse af det totale og det hollandske fiskeri tillige med udviklingen i den hollandske effort.

(Efter ICES C.M. 1995/Assess:8)

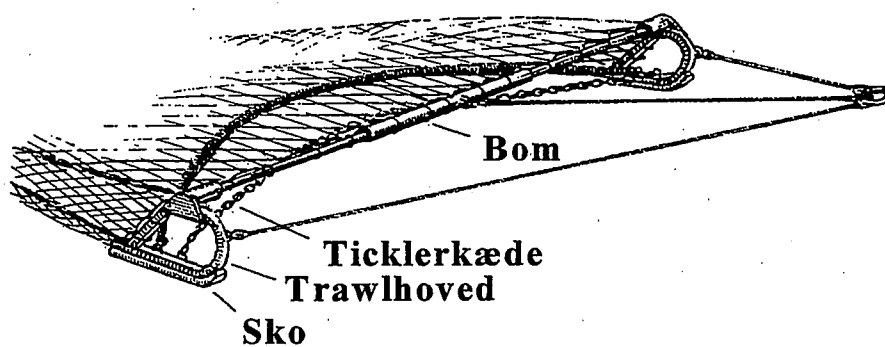


Figur 2. Rødspættefiskeriet i Nordsøen i perioden 1982-1993 med angivelse af det totale og det hollandske fiskeri tillige med udviklingen i den hollandske effort.

(Efter ICES C.M. 1995/Assess:8)

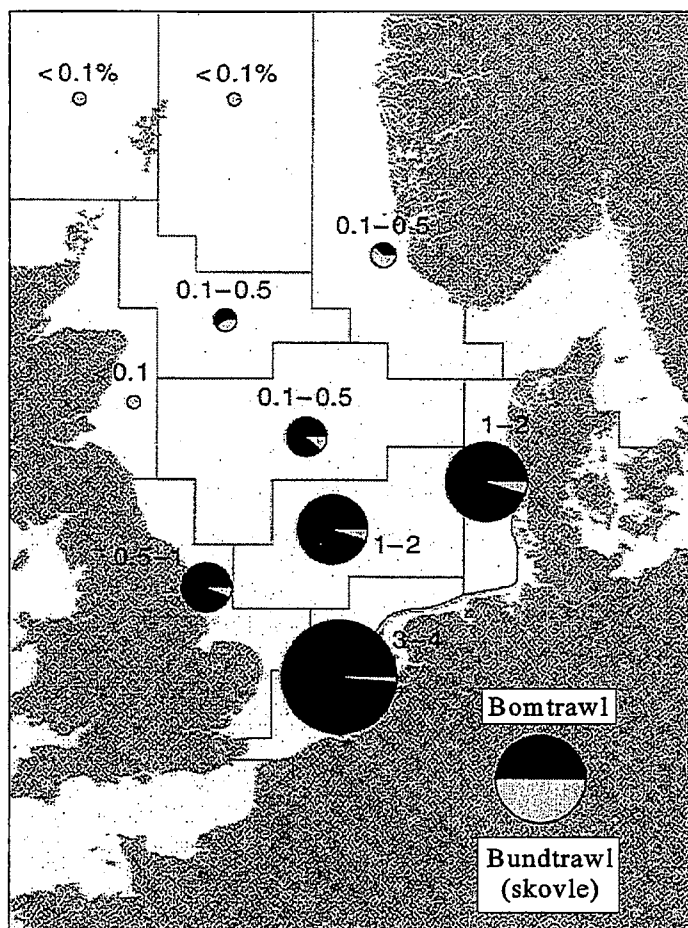


Figur 3. Fordeling af det hollandske bomtrawlfiskeri i Nordsøen. Tungefiskeriet foregår primært i den sydlige del, mens rødspættefiskeriet foregår i den centrale og nordlige del. (Efter ICES 1994)

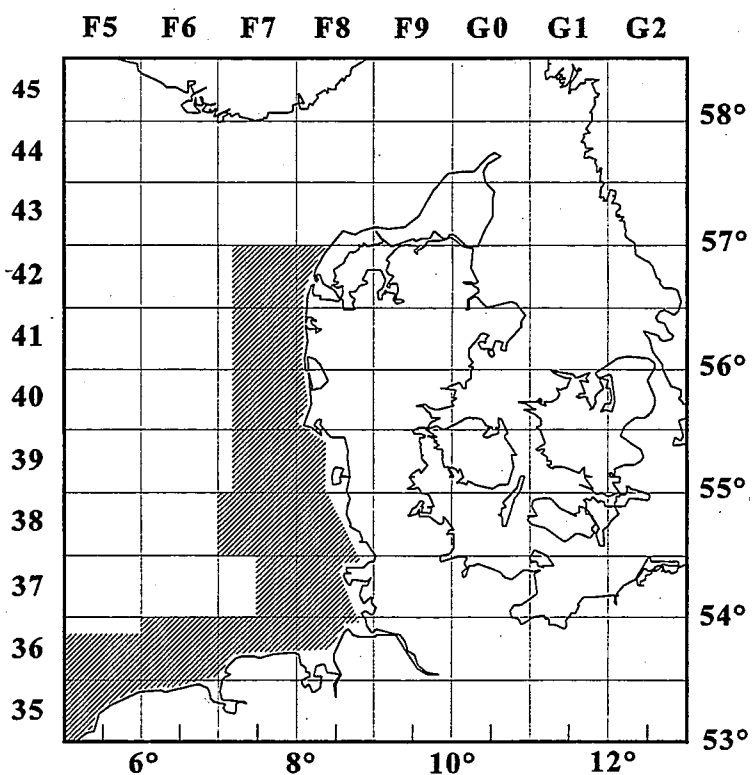


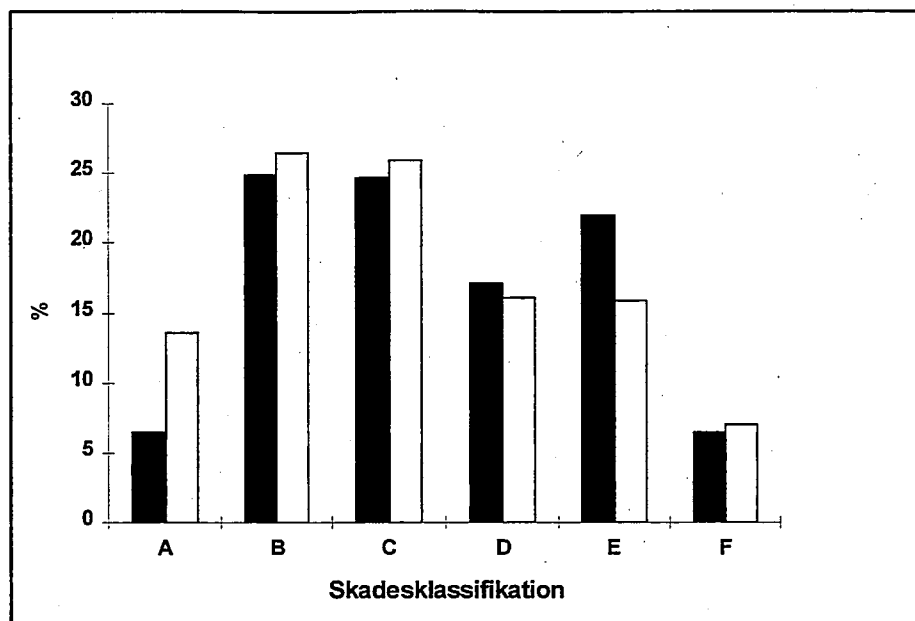
Figur 4. Skitse af bomtrawl.

Figur 5. Fordeling af "swept area" på redskaber, som trænger ned i sedimentet. Tallene angiver antal af gange bunden er i kontakt med et bom- eller bundtrawl på årsbasis.
Efter ICES (1994)

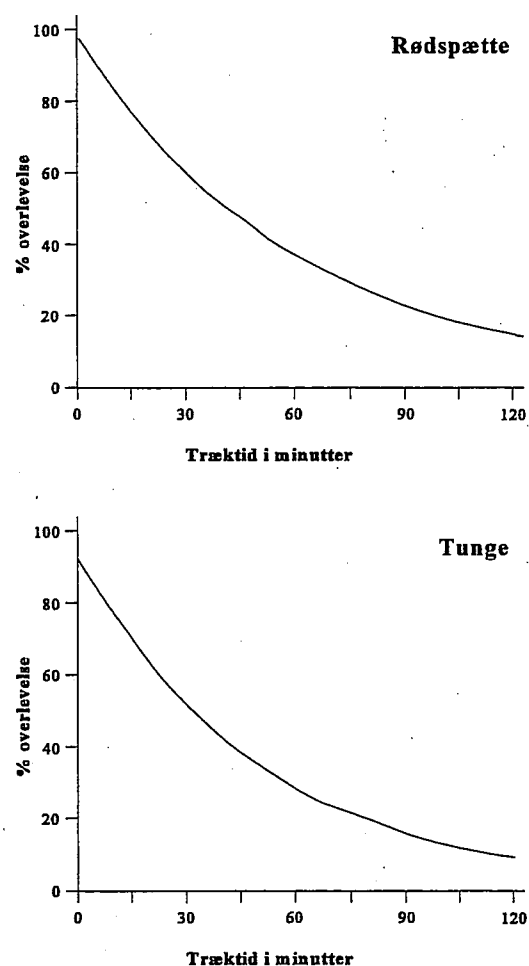


Figur 6. Det skraverede område angiver "rødspættekassens" udbredelse. (Efter ICES 1994)

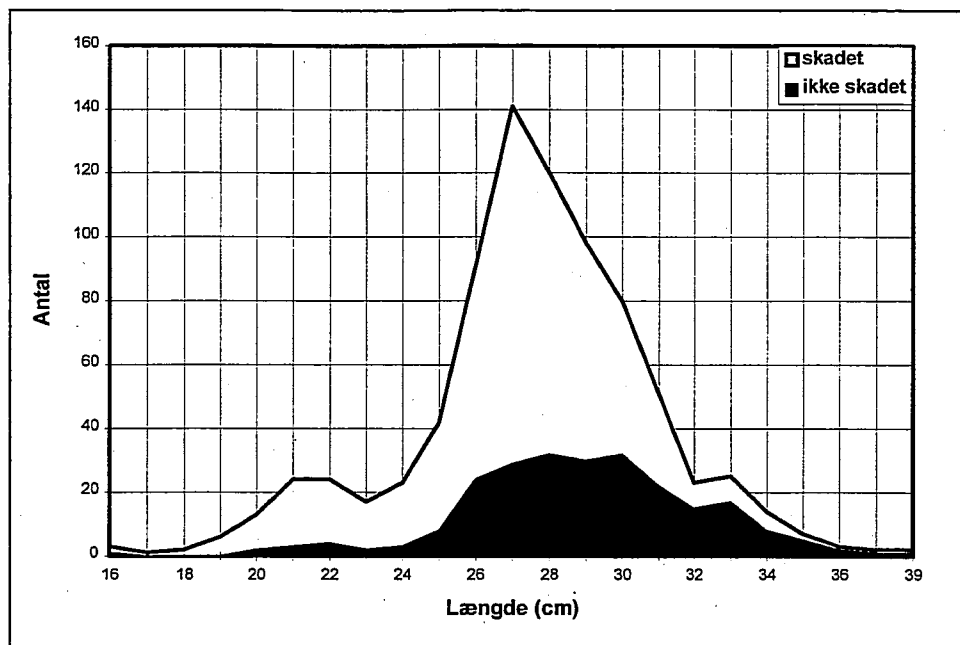




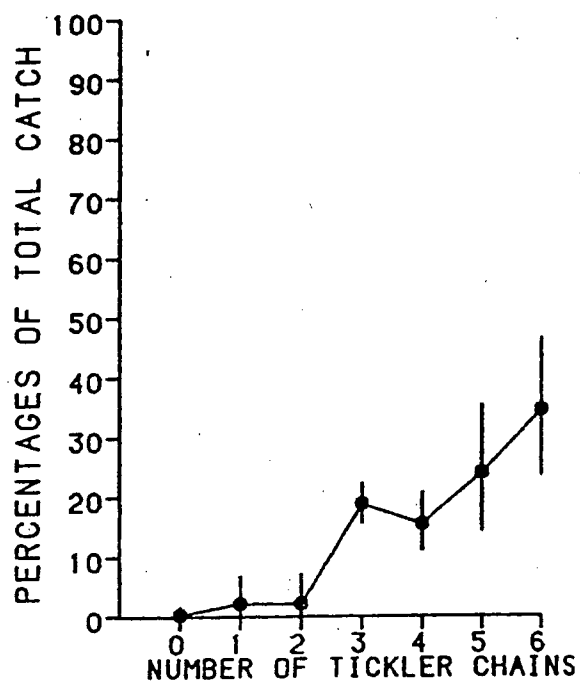
Figur 7. Fordelingen af skader (kategori A-F) i hollandske tunge- og rødspættefangster fra bomtrawl; ■ tunger, □ rødspætter. (Efter de Veen et al 1975)



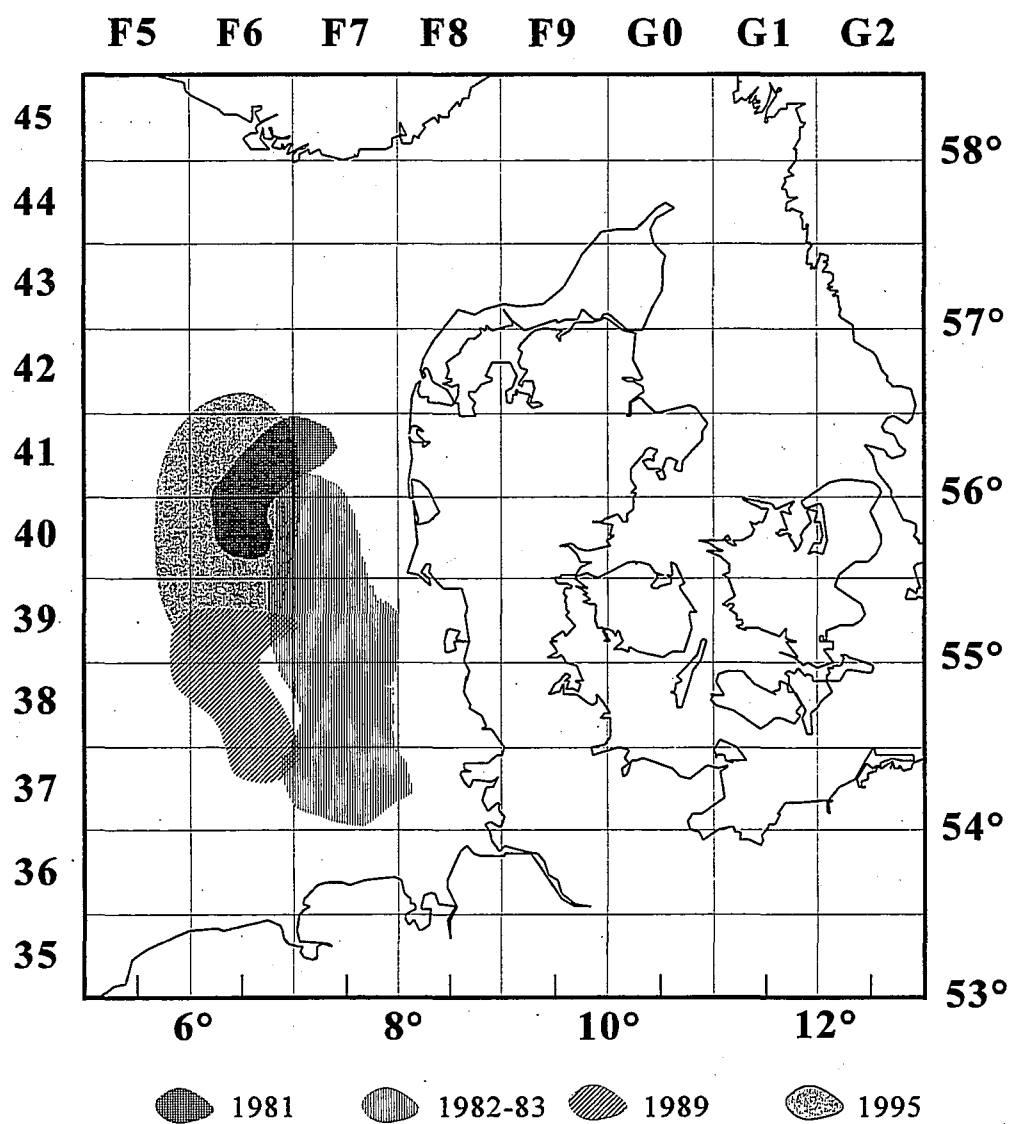
Figur 8. Overlevelseskurver for discardede rødspætter og tunger som funktion af træktiden med bomtrawl. (Efter Fonds 1994b)



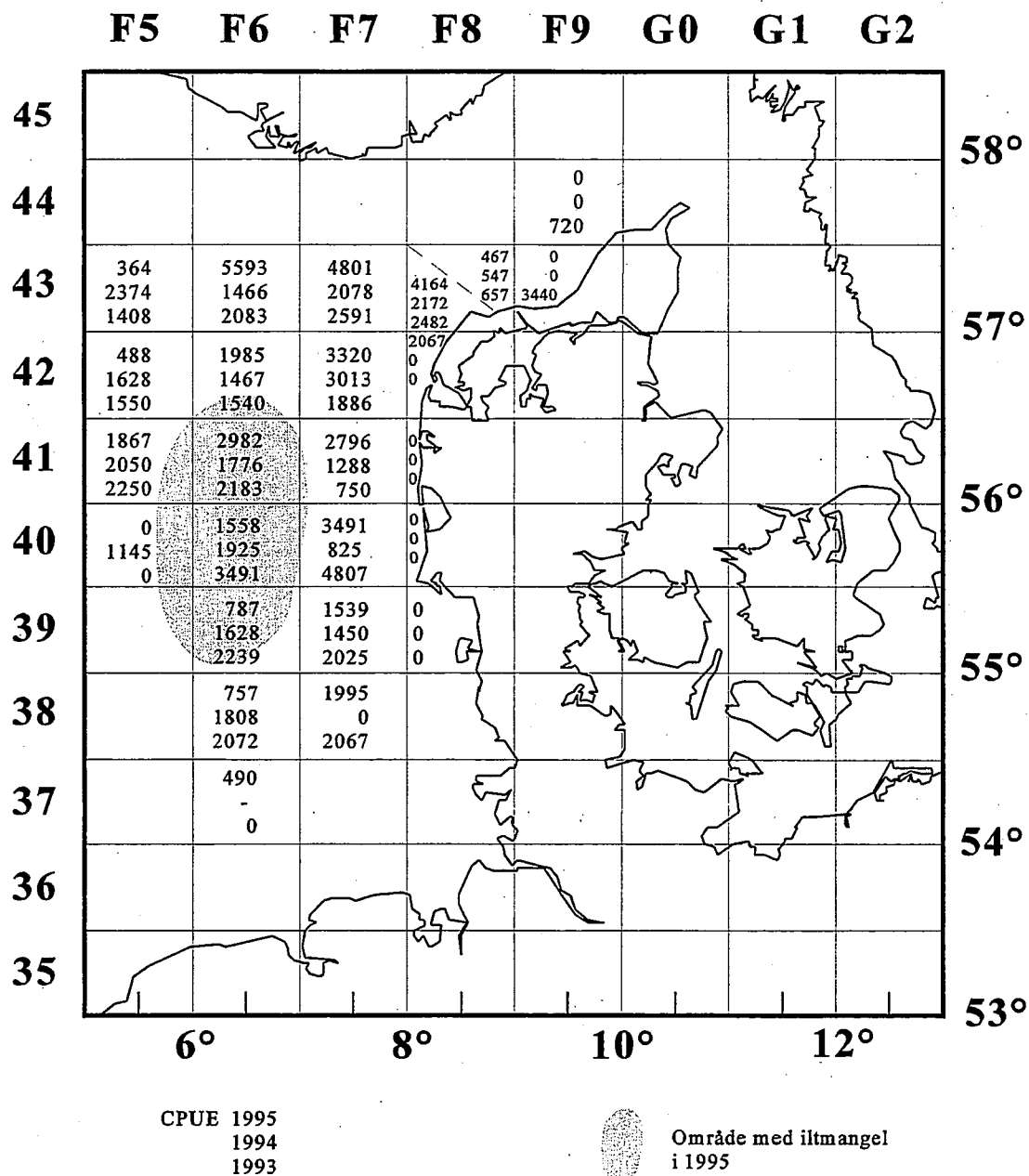
Figur 9. Fordelingen af skadede og ikke-skadede rødspætter fra snurrevods fiskeri foretaget i et område med kraftigt bomtrawlfiskeri.



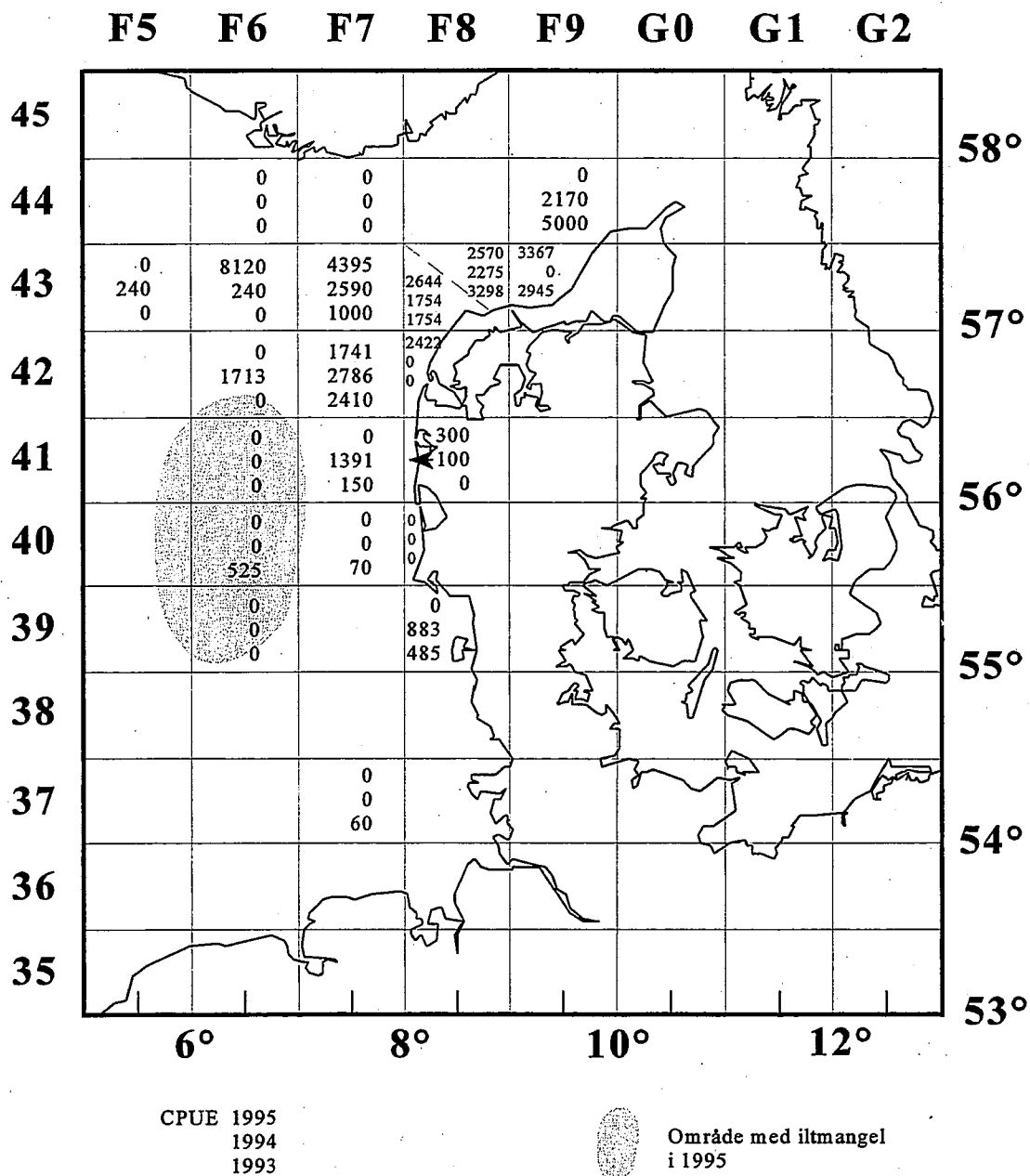
Figur 10. Fangst af tunger som funktion af antallet af ticklerkæder. (Efter Creutzfeld et al 1987)



Figur 11. Områder i Nordsøen, som har været ramt af alvorlig iltmangel ($O_2 < 2$ mg/l)



Figur 12. Fordeling af den udenlandske bomtrawl-CPUE i perioden september 1993-1995 set i relation til området ramt af iltmangel i 1995.



Figur 13. Fordeling af den danske bomtrawl-CPUE i perioden september 1993-1995 set i relation til området ramt af iltmangel i 1995.

7 Litteratur

Anon, 1993. North Sea Quality status Report 1993. North Sea Task Force - Oslo and Paris commissions International Council for the exploration of the Sea.

Anon, 1997. Basis Report on Fisheries and Fisheries related Species and Habitats Issue. Intermediate Ministerial Meeting on the Intergration of Fisheries and Enviromental Issues 13-14 March 1997 Bergen, Norway.

Aller, J.Y., 1989. Quantifying sediment disturbance by bottom currents and its effect on benthic communities in a deep-sea western boundary zone. Deep-Sea Research, 36, No. 6: 901-934.

Annual Report, 1990. Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ).

Arntz, W., E. Rachor, and S. Kuhne, 1994. Mid- and long-term effects of bottom trawling on the benthic fauna in the German Bight. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.

Austen, M.C., J.B. Buchanan, H.G. Hunt, A.B. Josefson, and M.A. Kendall, 1991. Comparison of long-term trends in benthic and pelagic communities of the North Sea. J. mar. biol. Ass. U.K., 71: 179-190.

Auster, P.J., R.J. Malatesta, R.W. Langton, L. Watling, P.C. Valentine, C.L.S. Donaldson, E.W. Langton, A.N. Shepard, and I.G. Babb, 1995. The impacts of mobile fishing gear on low topography benthic habitats in the Gulf of Maine (Northwest Atlantic): a preliminary assessment. NAFO SCR Doc. 95/21.

Bagge, O., S. Møllergaard, and E. Nielsen, 1993. Bundfaunaens betydning for bundlevende fisk i det sydlige Kattegat. Havforskning fra Miljøstyrelsen nr. 27.

Bagge, O., E. Nielsen, and J.F. Steffensen, 1995. Consumption of food and evacuation in dab (*Limanda limanda*) related to saturation and temperature. Preliminary results. ICES C.M. 1995/J:6.

Basford, D., and A. Eleftheriou, 1988. The benthic environment of the North Sea. J. mar. biol. Ass. U.K., 68: 125-141.

Basford, D.J., A. Eleftheriou, and D. Raffaelli, 1989. The epifauna of the Northern North Sea (56°-61°N). J. mar. biol. Ass. U.K., 69: 387-407.

Beek, F.A. van, A.D. Rijnsdorp, and P.I. van Leeuwen, 1981 a. Results of mesh selection experiments on sole with commercial beam trawl vessels in North Sea and Irish Sea in 1979 and 1980. ICES C.M. 1981/B:31.

- Beek, F.A. van, A.D. Rijnsdorp, and P.I. van Leeuwen, 1981 b. Results of mesh selection experiments on North Sea plaice with a commercial beam trawler in 1981. ICES C.M. 1981/B:32.
- Beek, F.A. van, A.D. Rijnsdorp, and P.I. van Leeuwen, 1983. Results of the mesh selection experiments on sole and plaice with commercial beam trawl vessels in the North Sea in 1981. ICES C.M. 1983/B:16.
- Beek, F.A. van, P.I. van Leeuwen, and A.D. Rijnsdorp, 1989. On the survival of plaice and sole discards in the otter trawl and beam trawl fisheries in the North Sea. ICES C.M. 1989/G:46.
- Beek, F.A. van, P.I. van Leeuwen, and A.D. Rijnsdorp, 1990. On the survival of plaice and sole discards in the otter-trawl and beam-trawl fisheries in the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 26 (1): 151-160.
- BEON-Report 8, 1990. Effects of beamtrawl fishery on the bottom fauna in the North Sea.
- BEON-Report 13, 1990. Effects of beamtrawl fishery on the bottom fauna in the North Sea, II - the 1990 studies.
- BEON-Report 16, 1991. Effects of beamtrawl fishery on the bottom fauna in the North Sea, III - the 1991 studies.
- Bergman, M.J.N., M. Fonds, M. Hup, and A. Stam, 1990. Direct effects of beamtrawl fishing on benthic fauna in the North Sea. ICES C.M. 1990/Mini:11.
- Bergman, M.J.N., and M. Hup, 1992. Direct effects of beamtrawling on macrofauna in a sandy sediment in the southern North Sea. *ICES J. mar. Sci.*, 49: 5-11.
- Bergman, M.J.N., and J.W. van Santbrink, 1994. A new benthos dredge ("Triple-D") for quantitative sampling infauna species of low abundance. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): *Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea*. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.
- Bergman, M.J.N., and J.W. van Santbrink, 1994. Direct effects of beam trawling on macrofauna in sandy areas off the Dutch coast. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): *Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea*. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.
- Bridger, J.P., 1972. Some observations on the penetration into the sea bed of tickler chains on a beam trawl. ICES C.M. 1972/B:7.
- Burd, A.C., and M.R. Vince, 1979. Experiments with beam trawls. ICES C.M. 1979/B:9.

Camphuysen, C.J., B. Calvo, J. Durinck, K. Ensor, A. Follestad, R.W. Furness, S. Garthe, G. Leaper, H. Skov, M.L. Tasker, and C.J.N. Winter, 1995. Consumption of discards by seabirds in the North Sea. NIOZ-Rapport 1995-5.

Clerck, R. de, and G.V. Broucke, 1980. Preliminary results of selectivity experiments with beam trawls. ICES C.M. 1980/B:21.

Clerck, R. de, G.V. Broucke, R. Fonteyne, and N. Cloet, 1981. Further results of selectivity experiments with beam trawls. ICES C.M. 1981/B:19.

Collie, J.S., G.A. Escanero, and P.C. Valentine, 1996. Effects of bottom fishing on the benthic megafauna of Georges Bank. Working document for the ICES working group on ecosystem effects of fishing activities meeting, Copenhagen 13-21 March 1996.

Collie, J.S., G.A. Escanero, L. Hunke, and P.C. Valentine, 1996. Scallop Dredging on Georges Bank: photographic evaluation of effects on benthic epifauna. ICES C.M. 1996/Mini:9.

Craeymeersch, J.A., 1994. Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.

Creutzberg, F., P. Wapenaar, G. Duineveld, and Nuria Lopez Lopez, 1982. Distribution and density of the benthic fauna in the southern North Sea in relation to bottom characteristics and hydrographic conditions. ICES, No. 6, Symposium on biological productivity of continental shelves in the temperate zone of the North Atlantic.

Creutzberg, F., G.C.A. Duineveld, and G.J. van Noort, 1987. The effect of different numbers of tickler chains on beam-trawl catches. J. Cons. int. Explor. Mer, 43: 159-168.

Daan, N., 1991. A theoretical approach to the evaluation of ecosystem effects of fishing in respect of North Sea benthos. ICES C.M. 1991/L:27.

DIFTA, Note on proposed alterations to the ECC fisheries technical regulations. Internt notat, 1997.

Duineveld, G.C.A., and G.J. van Noort, 1990. Geographical variation in the epifauna of the southern North Sea and adjacent regions. ICES C.M. 1990/Mini:9.

Duineveld, G.C.A., and J.J.M. Belgers, 1994. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1993 and a comparison with previous data. NIOZ-Rapport 1994-12.

Dyckjær, S.M., J.K. Jensen, and E. Hoffmann, 1995. Mussel dredging and effects on the marine environment. ICES C.M. 1995/E:13 ref. K.

- Dyer, M.F., W.G. Fry, P.D. Fry, and G.J. Cranmer, 1982. A series of North Sea benthos surveys with trawl and headline camera. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 62: 297-313.
- Dyer, M.F., W.G. Fry, P.D. Fry, and G. J. Cranmer, 1983. Benthic regions within the North Sea. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 63: 683-693.
- Fonds, M., 1994a. Catch composition of 12-m beam trawl and 4-m beam trawl for sole fishing. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.
- Fonds, M., 1994b. Mortality of fish and invertebrates in beam trawl catches and the survival chances of discards. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.
- Fonteyne, R., 1994. Physical impact of a 4 m beam trawl. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.
- Gislason, H., 1994. Ecosystem effects of fishing activities in the North Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 29, Nos 6-12: 520-527.
- Glass, M.L., and J.F. Steffensen, 1987. Fisk og iltmangel nær de danske kyster. *Naturens Verden* 1987: 111-117.
- Graaf, U.H. de, and J.F. de Veen, 1973. *Asterias rubens* and the influence of the beamtrawl-fishery of the bottomfauna. *ICES C.M.* 1973/K:37.
- Groot, S.J. de, 1972. Some further experiments on the influence of the beam trawl on the bottom fauna. *ICES C.M.* 1972/B:6.
- Groot, S.J. de, 1984. The impact of bottom trawling on benthic fauna of the North Sea. *Ocean Management*, 9: 177-190.
- Groot, S.J. de, and J. Apeldoorn, 1971. Some experiments on the influence of the beam trawl on the bottomfauna. *ICES C.M.* 1971/B:2.
- Hall, S.J., 1994. Physical disturbance and marine benthic communities: life in unconsolidated sediments. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 32: 179-239.
- Hall, S.J., M.R. Robertson, D.J. Basford, and S.D. Heaney, 1993. The possible effects of fishing disturbance in the northern North Sea: an analysis of spatial patterns in community structure around a wreck. Working paper.

- Heip, C., D. Basford, J.A. Craeymeersch, J.M.Dewarumez, J. Dörjes, P. de Wilde, G. Duineveld, A. Eleftheriou, P.M.J. Herman, U. Niemann, P. Kingston, A. Künitzer, E. Rachor, H. Rumohr, K. Soetaert, and T. Soltwedel, 1992. Trends in biomass, density and diversity of North Sea macrofauna. ICES J. mar. Sci., 49: 13-22.
- Holtmann, S.E., J.J.M. Belgers, B. Kracht, and G.C.A. Duineveld, 1995. The macrobenthic fauna in the Dutch sector of the North Sea in 1994 and a comparison with previous data. NIOZ-Rapport 1995-7.
- Huys, R., C.H.R. Heip, P.M.J. Herman, and K. Soetaert, 1990. The meiobenthos of the North Sea: preliminary results of the North Sea benthos survey. ICES C.M. 1990/Mini:8.
- ICES, 1994. Report of the study group on the North Sea plaice box, Charlottenlund, Denmark 12-15 april 1994. ICES C.M. 1994/Assess:14.
- ICES, 1994. Report of the working group on ecosystem effects of fishing activities, Copenhagen, 20-27 April 1994. ICES C.M. 1994/Assess/env:1.
- ICES, 1995. Report of the Study Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities, 7-14 April 1992. ICES Cooperative Research Report, No. 200.
- ICES, 1995. Report of the working group on the assessment of demersal stocks in the North Sea and Skagerrak, Copenhagen, 6-14 October 1994. ICES C.M. 1995/Assess:8.
- ICES, 1996. Draft report of the working group on ecosystem effects of fishing activities, ICES Headquarters, 13-21 March 1996. ICES C.M. 1996/Assess/env:1.
- Josefson, A.B., and S. Smith, 1984. Forandringer av benthos-biomass i Skagerrak-Kattegat under 1970-talet; et resultat av slumpen, klimaforandringer eller eutrofiering. Medd. Havsfiskelab. Lysekil, nr. 292, 111-121.
- Kaiser, M.J., and B.E. Spencer, 1994. Estimates of scavenging behaviour in recently trawled areas. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.
- Kaiser, M.J., and B.E. Spencer, 1994. A preliminary assessment of the immediate effects of beam trawling on a benthic community in the Irish Sea. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.
- Kaiser, M.J., and B.E. Spencer, 1994. Fish scavenging behaviour in recently trawled areas. Mar. Ecol. Prog. Ser., 112: 41-49.
- Kaiser, M.J., and B.J. Spencer, 1995. Survival of bycatch from a beam trawl. Mar. Ecol. Prog.

Ser. Vol. 126, 32-38.

Kaiser, M.J., and B.E. Spencer, 1996. The effect of beam-trawl disturbance on infaunal communities in different habitats. *Journ. of Animal Ecology*, 65, 348-358.

Klein, R., and R. Witbaard, 1995. Long-term trends in the effects of beamtrawl fishery on the shells of *Arctica islandica*. NIOZ-Rapport 1995-3.

Kröncke, I., 1990. Macrofauna standing stock of the Dogger Bank. A comparison: 1950-1954 versus 1985-87. ICES C.M. 1990/Mini:3.

Künitzer, A., 1989. The bottom fauna of the central North Sea. ICES C.M. 1989/L:10.

Künitzer, A., 1990. The benthic infauna of the North Sea: species distribution and assemblages. ICES C.M. 1990/Mini:2.

López-Jamar, E., and J. Mejuto, 1988. Infaunal benthic recolonization after dredging operations in La Coruña Bay, NW Spain. *Cah. Biol. Mar.*, 29: 37-49.

Margetts, A.R., and J.P. Bridger, 1971. The effect of a beam trawl on the sea bed. ICES C.M. 1971/B:8.

Møllergaard, S., and E. Nielsen, 1995. Impact of oxygen deficiency on the disease status of common dab *Limanda limanda*. *Dis. aquat. Org.*, 22: 101-114.

Møllergaard, S., and E. Nielsen, 1996. The epidemiology of lymphocystic, epidermal papilloma and skin ulcer in common dab (*Limanda limanda*) along the westcoast of Denmark. In press.

Pearson, T.H., A.B. Josefson, and R. Rosenberg, 1985. Petersen's benthic stations revisited. I. Is the Kattegat becoming eutrophic? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol 92, 157-206.

Polet, H., W. Blom, and W. Thiele, 1994. An inventory of vessels and gear types engaged in the Belgian, Dutch and German bottom trawling. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.

Probert, P.K., 1984. Disturbance, sediment stability, and trophic structure of soft-bottom communities. *Journal of Marine Research*, 42: 893-921.

Rachor, E., and S.A. Gerlach, 1978. Changes of macrobenthos in a sublittoral sand area of the German Bight, 1967 to 1975. *Rapp. P.-v. réün. Cons. int. Explor. Mer*, 172: 418-431.

Riemann, B., and E. Hoffmann, 1991. Ecological consequences of dredging and bottom trawling in the Limfjord, Denmark. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 69: 171-178.

Riesen, W., and K. Reise, 1982. Macrobenthos of the subtidal Wadden Sea: revisited after 55 years. *Helgoländer Meeresunters.* 35: 409-423.

Rijnsdorp, A.D., P.J. Groot, and F.A. van Beek, 1991. The microdistribution of beam trawl effort in the southern North Sea. ICES C.M. 1991/G:49.

Rumohr, H., H. Schomann, and T. Kujawski, 1994. Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in the German Bight. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.

Santbrink, J.W. van, and M.J.N. Bergman, 1994. Direct effects of beam trawling on macro-fauna in a soft bottom area in the southern North Sea. In: S.J. de Groot and H.J. Lindeboom (eds.): Environmental impact of bottom gears on benthic fauna in relation to natural resources management and protection of the North Sea. NIOZ-Rapport 1994-11 / RIVO-DLO Report CO26/94.

Savidge, W.B., and G.L. Taghon, 1988. Passive and active components of colonization following two types of disturbance on intertidal sandflat. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 115: 137-155.

Steffensen, J.F., 1990. Ilt i vand, og hvor lidt fisk kan tåle. *Vand & Miljø* 7: 243-246.

Steffensen, J.F., J.P. Lomholt, and K. Johansen, 1982. Gill ventilation and O₂ extraction during graded hypoxia in two ecologically distinct species of flatfish, the flounder (*Platichthys flesus*) and the plaice (*Pleuronectes platessa*). *Env. Biol. Fish.* Vol. 7, No. 2: 157-163.

Søeborg, B., and L.K. Jørgensen, 1993. En sammenlignende undersøgelse af rødspætter (*Pleuronectes platessa*), isinger (*Limanda limanda*) og skrubbers (*Platichthys flesus*) respiratoriske og etologiske respons på hypoxi. Specialerapport, Marinbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet 1993.

Thistle, D., 1981. Natural physical disturbances and communities of marine soft bottoms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 6: 223-228.

Veen, J.F. de, P.H.M. Huwae, and M.S.S. Lavaleye, 1975. On discarding in the sole fishery and preliminar observations on survival rates of discarded plaice and sole in 1975. ICES C.M. 1975/F:28.

DFU-rapporter - index

- Nr. 1 Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav august 1995
Per Sand Kristensen
- Nr. 2 Blåmuslingebestanden i Limfjorden
Per Sand Kristensen, Per Dolmer, Erik Hoffmann
- Nr. 3 Forbedring og standardisering af CSW-tankføring
Marco Frederiksen, Karsten Bæk Olsen
- Nr. 4 Fiskeundersøgelse i Vejle Fjord 1993-1994
Hanne Nicolajsen, Josianne Støttrup, Leif Christensen
- Nr. 5 En undersøgelsen af maveindholdet af Østersølaks 1 1994-1995
Ole Christensen
- Nr. 6 Udsætningsforsøg med Østersølaks
Gorm Rasmussen, Heine Glüsing
- Nr. 7 Kampen om Limfjorden
Kirsten Monrad Hansen
- Nr. 8 Tangetrappen 1994-95
Anders Koed, Gorm Rasmussen m.fl.
- Nr. 9 Status over bundgarnsfiskeriet i Danmark 1994
Anders Koed, Michael Ingemann Pedersen
- Nr. 10 Måling af kvalitet med funktionelle analyser og protein med nærinfrarød refleksion (NIR) på frosne torskeblokke
Niels Bøknæs
- Nr. 11 Acoustic monitoring of herring related to the establishment of a fixed link across the Sound between Copenhagen and Malmö
J. Rasmus Nielsen
- Nr. 12 Blåmuslingers vækst og dødelighed i Limfjorden
Per Dolmer
- Nr. 13 Mærkningsforsøg med ørred og regnbueørred i Århus Bugt og Isefjorden
Heine Glüsing, Gorm Rasmussen
- Nr. 14 Jomfruhummerfiskeriet og bestandene i de danske farvande
Mette Bertelsen

- Nr. 15 Bærekapacitet for havørred (*Salmo trutta* L.) i Limfjorden
Kaare Manniche Ebert
- Nr. 16 Sild og brisling i Limfjorden
Jens Pedersen
- Nr. 17 Produktionskæden fra frysetrawler via optøning til dobbeltfrossen torskefilet -
Optøningsrapport (del 1)
Niels Bøknæs
- Nr. 18 Produktionskæden fra frysetrawler via optøning til dobbeltfrossen torskefilet -
Optøningsrapport (del 2)
Niels Bøknæs
- Nr. 19 Automatisk inspektion og sortering af sildefileter
Stella Jónsdóttir, Magnús Thor Ásmundsson, Leif Kraus
- Nr. 20 Udsætning af helt, *Coregonus lavaretus* L., i Ring Sø ved Brædstrup
Thomas Plesner og Søren Berg
- Nr. 21 Udsætningsforsøg med ørred (*Salmo trutta* L.) i jyske og sjællandske vandløb
Heine Glüsing og Gorm Rasmussen
- Nr. 22 Kvalitetsstyring og målemetoder i den danske fiskeindustri. Resultater fra en spørge-
brevsundersøgelse
Stella Jónsdóttir
- Nr. 23 Quality of chilled, vacuum packed cold-smoked salmon
Lisbeth Truelstrup Hansen, Ph.D. thesis
- Nr. 24 Investigations of fish diseases in common dab (*Limanda limanda*) in Danish Waters
Stig Møllergaard (Ph.D. thesis)
- Nr. 25 Fiskeribiologiske undersøgelser i Limfjorden 1993 - 1996
Erik Hoffmann
- Nr. 26 Selectivity of gillnets in the North Sea, English Channel and Bay of Biscay (AIR-
project AIR2-93-1122 Final progress report)
Holger Hovgård og Peter Lewy
- Nr. 27 Prognose og biologisk rådgivning for fiskeriet i 1997
Poul Degnbøl
- Nr. 28 Grundlaget for fiskeudsætninger i Danmark
Michael M. Hansen
- Nr. 29 Havørredbestandene i Odense Å og Stavad's Å systemerne i relation til Fynsværket
Anders Koed, Gorm Rasmussen og Espen Barkholt Rasmussen

- Nr. 30 Havørredfiskeriet i Odense Fjord 1995, herunder fiskeriet i Odense Gl. Kanal og den nedre del af Odense Å
Espen Barkholt Rasmussen og Anders Koed
- Nr. 31 Evaluering af udsætninger af pighvarrer i Limfjorden, Odense Fjord og ved Nordsjælland 1991-1992
Josianne Gatt Støttrup, Klaus Lehmann og Hanne Nicolajsen
- Nr. 32 Smoltdødeligheder i Tange Sø. Undersøgt i foråret 1996
Niels Jepsen, Kim Aarestrup og Gorm Rasmussen
- Nr. 33 Overlevelse af udsætningsfisk. Overlevelsen af dambrugsopdrættet ørred (*Salmo trutta*) efter udsætning i et naturligt vandløb. I. Indflydelse af social status
Henrik Schurmann
- Nr. 34 Bestandsundersøgelser i bornholmske vandløb til belysning af den naturlige ørredproduktion og effekten af udsætning af ørredyngel
Ole Christensen
- Nr. 35 Hornfisk - Indbygget kvalitetssikring (IKS) med sporbar dokumentation
Karsten Bæk Olsen
- Nr. 36 Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav august 1996
Per Sand Kristensen
- Nr. 37 Hjertermuslinger (*Deraster edule*) på fiskebankerne omkring Grådyb i Vadehavet april 1997
Per Sand Kristensen
- Nr. 38 Blåmuslinger i Limfjorden 1996 og 1997
Erik Hoffmann og Per Sand Kristensen
- Nr. 39 Forsøgsfiskeri i det sydlige Kattegat efter molboøsters (*Arctica islandica*) juni 1997
Per Sand Kristensen, Per Dolmer og Erik Hoffmann
- Nr. 40 Laksefiskene og fiskeriet i vadehavsområdet
- Teknisk rapport
Samarbejdsprojekt mellem Danmarks Fiskeriundersøgelser, Ribe Amt og Sønderjyllands Amt
- Nr. 40a Laksefiskene og fiskeriet i vadehavsområdet
- Bilagsrapport
Samarbejdsprojekt mellem Danmarks Fiskeriundersøgelser, Ribe Amt og Sønderjyllands Amt
- Nr. 40b Laksefiskene og fiskeriet i vadehavsområdet
- Supplerende undersøgelser
Samarbejdsprojekt mellem Danmarks Fiskeriundersøgelser, Ribe Amt og Sønderjyllands Amt

lands Amt

- Nr.41 Fiskebestande og fiskeri i 1998
Poul Degnbol og Eskild Kirkegaard
- Nr. 42 Kunstige rev. Review om formål, anvendelse og potentiale i danske farvande
Red. Josianne G. Støttrup og Hanna Stokholm
- Nr. 42a Kunstige rev. Review om formål, anvendelse og potentiale i danske farvande.
Bilagsrapport. Red. Josianne G. Støttrup og Hanna Stokholm
- Nr. 43 Bomtrawlsfiskeriets indflydelse på fisk og bunddyr (benthos). Else Nielsen, Stig
Møllergaard og Tine Kjær Hassager
- Nr. 44 Effekten af akustiske alarmer på bifangst af marsvin i garn. Rapport om foreløbige
resultater. Finn Larsen